U d'/of OTTAWA
39003004837174

26-3-42

Astronomie des Dames

Précis d'Astronomie descriptive

Composition de Paul Renaudot.

CONTEMPLATION

CAMILLE FLAMMARION

Astronomie des Dames

Précis d'Astronomie descriptive

PARIS
ERNEST FLAMMARION, ÉDITEUR
26, RUE RACINE, 26

Droits de traduction, d'adaptation et de reproduction réservés pour tous les pays.

UNIVERSITAS

QB
44
.F4A
1921

A Madame

C.-R. CAVARÉ

Membre Fondateur de la Société Astronomique de France

Au château de Mauperthuis.

Madame,

Je vous demande la permission d'offrir cet Ouvrage à la première femme qui a voulu s'inscrire sur la liste des membres de la Société Astronomique de France, comme fondatrice de cette belle œuvre, dès l'origine de notre vaste Association (1887), et qui a voulu également s'associer à l'organisation durable de l'Observatoire de Juvisy, établissement d'initiative privée, affranchi des routines administratives. Une Astronomie des Dames *ne peut être mieux placée que sur la table de lecture d'une femme dont l'érudition égale la bonté, et qui a consacre sa longue carrière à vivre dans le culte du Beau, du Vrai et du Bien.*

CAMILLE FLAMMARION

Observatoire de Juvisy, novembre 1903.

La première édition de cet ouvrage
a été imprimée en novembre 1903.
Celle-ci a été publiée en janvier 1921,
tenue au courant des découvertes nouvelles.

ASTRONOMIE DES DAMES

EN DOUZE LEÇONS

AUX LECTRICES DE CE LIVRE

La première idée qui m'est venue à l'esprit, lorsque l'invitation m'a été adressée (*) d'écrire une petite « Astronomie pour les Dames », a été plutôt défavorable à l'exécution de ce projet Pourquoi « pour les dames » ? Est-ce que le cerveau des dames et des demoiselles n'est pas fait comme le nôtre ? Est-ce qu'elles nous sont inférieures ? Est-ce que, pour être compris d'elles, il faut parler un autre langage que pour être compris des hommes ? Est-ce que ces jolies têtes, aux longs cheveux cométaires et aux yeux étoilés, sont des têtes d'enfants ? « Non, me disais-je. La

* Par mon érudit ami Adolphe Brisson, Directeur des *Annales Politiques et Littéraires*.

femme égale l'homme en facultés intellectuelles. Écrire pour elle spécialement serait l'humilier. Ne nous targuons pas de cette prétention. Qui sait même si, en y regardant de plus près, et en nous affranchissant de tout cet orgueil masculin qui a commis plus d'une sottise, nous ne trouverions pas la femme supérieure à l'homme en finesse de tact, au moral comme au physique, en vivacité d'impression, en puissance d'assimilation, en ressources d'imagination; et qui sait si elle ne comprend pas, plus vite que les bacheliers aux moustaches naissantes, les problèmes de l'histoire naturelle, de la physique et de l'astronomie, lorsqu'elle veut se donner la peine d'y prêter attention? Non, n'écrivons pas pour les femmes. Ce sont elles, plutôt, qui pourraient nous en apprendre, car sur bien des choses, sur nous-mêmes peut-être, elles en savent plus que nous, observent mieux, voient mieux, sont plus intuitives. A bas l'orgueil du sexe prétendu fort. La belle Hypatia est supérieure à saint Cyrille. »

— Mais, répliqua mon interlocuteur, la femme est un être très gâté ; notre civilisation l'a accoutumée aux avances ; elle aime assez que l'on fasse la moitié du chemin pour se rapprocher d'elle, lors même qu'elle serait disposée à le faire tout entier : ne vous semble-t-il pas que, si les femmes

connaissent si peu l'astronomie, c'est parce qu'on ne leur a pas tendu la main pour les conduire vers la contemplation du ciel ? Et puis, s'occuper spécialement d'elles ne leur est pas toujours désagréable. Elles nous sont même, parfois, reconnaissantes de nos attentions, en ayant la discrète fierté de n'en rien laisser paraître. Un petit livre écrit pour elles les flattera.

— Et lors même qu'elles n'y comprendraient rien, fit un second interlocuteur (car cette conversation se passait à table), ce n'en serait pas moins aimable de votre part...

— Je vous arrête, reprit l'amphytrion. Si elles n'y devaient rien comprendre, avouez qu'il serait préférable de leur parler d'autre chose, chiffons, par exemple, fanfreluches, domestiques, potins, crimes passionnels, roman ou théâtre. Mais je suis sûr que non seulement elles comprendront tout, mais encore qu'elles s'y intéresseront, au moins autant, si ce n'est plus, que les hommes. »

Oui, pensais-je en moi-même, en reprenant une heure après le chemin de mon observatoire, oui, la femme comprendra, d'autant plus que l'Astronomie est une science céleste, sublime, divine. Elle est belle, elle est noble, elle est consolante, elle est superbe. Elle nous donne des ailes. Elle nous transporte dans l'infini, en pleines

régions éthérées, où tout est pur, tout est lumineux, tout est splendide. La femme aime s'élever ; elle sent, parfois, frémir ses ailes ; elle aspire aux sources du beau éternel ; elle s'abandonne au rêve enchanteur de l'idéal, même inaccessible. Tandis que l'homme — où ai-je lu cela ? — est parfois assez grossier, encore un peu lourd et souvent vulgaire. Est-ce que même la femme n'est pas supérieure à l'homme en dignité morale? Est-ce que son âme n'est pas plus affinée ? Oui, certes, l'Astronomie est faite pour la femme.

Quoi de plus doux, le soir d'une belle journée de printemps, à l'heure où le croissant lunaire brille à l'occident dans les dernières lueurs du crépuscule, que de contempler ce grand et silencieux spectacle de l'apparition successive des étoiles dans le ciel immense ? Les bruits de la vie semblent s'éteindre sur la terre, la dernière note de l'oiseau qui s'endort s'est elle-même envolée, et l'*angelus* de l'église voisine a sonné la fin de la journée. Mais, cette vie arrêtée autour de nous, nous la cherchons dans le ciel. Ces

astres qui s'allument sont autant de points d'interrogation suspendus au-dessus de nos têtes, dans les profondeurs insondables de l'espace. Graduellement, ils se multiplient. Voilà Vénus, la blanche étoile du Berger. Voilà Mars, petite terre céleste voisine de la nôtre. Voilà le géant Jupiter. Les sept étoiles de la Grande Ourse semblent nous montrer le pôle, en tournant lentement autour de lui. Quelle est cette lueur nébuleuse qui commence à blanchir l'obscurité des cieux et traverse les constellations comme une avenue sidérale ? C'est le chemin de Saint-Jacques, c'est la Voie Lactée, composée de plusieurs millions de soleils ! La nuit est profonde, l'abîme est immense. Tiens ! Une étoile filante vient de glisser silencieusement et de disparaître !...

Quelle est la femme, quelle est la jeune fille qui pourrait rester insensible devant ce magique spectacle du ciel étoilé ? Quelle est celle dont l'âme ne s'est jamais envolée vers ces énigmes ? Oui, mieux que l'homme, plus occupé, plus affairé, plus matériel, moins sensitif, moins idéal, moins rêveur, l'être féminin est fait pour admirer ce spectacle et pour le comprendre, et très heureusement préparé, par la finesse de son organisation même, à recevoir ces révélations d'en haut.

On peut donc reconnaître qu'il n'est pas illogique de chercher à peindre un petit tableau astronomique spécialement pour la femme et composé pour elle. Elle le mérite. Ses aptitudes la prédisposent à ces contemplations et à ces études. Et le rôle qu'elle est appelée à jouer dans la vie, par l'éducation des enfants, est si noble et si important que, vraiment, il ne serait pas mauvais de voir les notions astronomiques élémentaires enseignées, par la jeune mère elle-même, aux âmes naissantes ouvertes à toutes les curiosités, et dont les premières impressions sont si vives et si durables.

D'ailleurs, un grand nombre de femmes se sont occupées d'astronomie avec succès, non seulement au point de vue contemplatif et descriptif, mais encore au point de vue mathématique.

La plus illustre a été la belle et savante Hypatia, d'Alexandrie, née l'an 375 de notre ère, qui enseigna, dans une chaire officielle, la géométrie, l'algèbre et l'astronomie, écrivit trois ouvrages d'une haute valeur et fut, en ce siècle d'ignorance et de fanatisme, victime de la stupidité et de la méchanceté humaines, enlevée de son char pendant qu'elle traversait la place de l'Église, en mars 415, dépouillée de ses vêtements, tuée à

coups de pierres et brûlée comme une infâme sorcière ! (*)

L'une des mathématiciennes les plus célèbres a été, avec Hypatia, Mme Hortense Lepaute, née en 1723, qui fut la collaboratrice de Clairaut dans ses immenses calculs sur la prédiction du retour de la comète de Halley. « Mme Lepaute, écrit Lalande, nous fut d'un si grand secours que nous n'aurions point osé, sans elle, entreprendre cet énorme travail, où il fallait calculer, pour tous les degrés et pour cent cinquante ans, les distances et les forces des planètes agissant, par leur attraction, sur la comète. Pendant plus de six mois, nous calculâmes du matin jusqu'au soir, quelquefois même à table, et, à la suite de ce travail forcé, j'eus une maladie qui changea mon tempérament pour le reste de ma vie ; mais il était important que le résultat fût donné avant l'arrivée de la comète. »

Cet extrait suffit pour faire apprécier l'ardeur de Mme Lepaute dans les sciences. On lui doit des travaux considérables. Son mari était, comme on

* Nous pourrions inscrire ici au nombre des femmes éprises d'une noble passion pour le ciel, sainte Catherine d'Alexandrie, admirée pour sa science, sa beauté et ses vertus, qui fut martyrisée sous le règne de Maximin Daïa, vers l'an 312, et dont un des cirques lunaires porte le nom.

le sait, horloger du roi. « Aux talents de l'esprit, dit un de ses biographes, elle ajoutait toutes les qualités du cœur. Elle était fort gracieuse, avait une taille élégante, un pied mignon et une si belle main que Voiriot, peintre du roi, ayant fait son portrait, lui demanda la permission de la copier, pour conserver un modèle de la plus belle nature. » Qui donc a fait courir le bruit que les femmes instruites ne doivent pas être jolies?

La marquise du Châtelet n'a pas eu moins de gloire qu'Hypatia et que Mme Lepaute. Elle y était prédestinée, si l'on en croit cette anecdote. Gabrielle-Émilie de Breteuil, née en 1706, qui devait épouser, en 1725, le marquis du Châtelet et devenir, en 1733, l'amie la plus célèbre de Voltaire, avait quatre ou cinq ans lorsqu'on lui donna, comme jouet, un vieux compas habillé en poupée. L'enfant, ayant examiné cet objet pendant quelque temps, commença par le dépouiller, avec une sorte d'indignation et d'impatience, des draperies importunes dont on l'avait affublé, et, après l'avoir retourné plusieurs fois entre ses petites mains, elle en devina l'usage et s'en servit pour tracer un cercle sur une feuille de papier. On lui doit, entre autres, la précieuse, — et, du reste, la seule — traduction française du grand ouvrage de Newton sur la gravitation universelle,

le fameux livre des *Principes*, et elle fut, avec Voltaire, une éloquente propagatrice de la théorie de l'attraction, alors repoussée par l'Académie des Sciences.

Nous pourrions signaler ici un grand nombre d'autres femmes astronomes, qui montrent combien la science la plus abstraite est accessible au cerveau féminin. Le président de Brosses, dans son charmant *Voyage en Italie*, raconte la visite qu'il rendit à Milan à la jeune Italienne Marie Agnési, qui tenait des harangues en latin, connaissait sept langues, et pour laquelle les mathématiques n'avaient aucun secret. Elle était passionnée pour l'algèbre et la géométrie qui, disait-elle, « sont les seules provinces de la pensée où règne la paix ». Mme de Charrière écrivait un aphorisme du même ordre : « Une heure ou deux de mathématiques me rendent l'esprit libre et le cœur plus gai ; il me semble que j'en dors et mange mieux, quand j'ai vu des vérités évidentes et indiscutables ; cela me console des obscurités de la religion et de la métaphysique, ou, plutôt, cela me les fait oublier ; je suis fort aise qu'il y ait *quelque chose de sûr en ce monde.* »

Mme de Blocqueville, la dernière fille du maréchal Davout, morte en 1892, ne s'écriait-elle pas,

de son côté : « Astronomie, science des sciences, tu m'attires, tu m'épouvantes et je t'adore ; car tu détaches mon âme des choses de la terre, car tu m'attires vers ces mondes inconnus qui arrachaient à Newton ce mot triomphant : *Cœli enarrant gloriam Dei !* »

Comment ne pas citer aussi miss Caroline Herschel, la sœur du plus grand observateur du ciel, du plus grand découvreur d'étoiles qui ait jamais existé? L'astronomie lui donna une longue carrière, elle ne découvrit pas moins de sept comètes elle-même, et ses patients travaux la conduisirent à l'âge de quatre-vingt-dix-huit ans. Et Mme Somerville, fille de l'amiral écossais Fairfax, à laquelle on doit la traduction anglaise de la *Mécanique céleste*, de Laplace, et dont Humboldt a dit : « Dans les mathématiques pures, Mme Somerville est tout à fait supérieure. » Comme Caroline Herschel, elle devint presque centenaire, paraissant toujours beaucoup plus jeune que son âge ; elle s'est éteinte à Naples, en 1872, à l'âge de quatre-vingt-douze ans. Et Sophie Germain 1776-1831), dont une école de Paris porte le nom, savante mathématicienne, amie de Gauss, de Lagrange, de Legendre, d'un esprit si cultivé et si étendu, qui consacra exclusivement sa vie à la science. Et la Russe Sophie Kowaleski, descendante du roi de Hongrie, Mathias Corvin, qui,

déjà forte mathématicienne à seize ans, se maria à dix-huit, pour suivre les cours de l'Université, interdits aux demoiselles, mais convint, avec son jeune époux, de vivre comme frère et sœur jusqu'à la fin de leurs études ? Elle reçut, en 1888, le prix Bordin à l'Institut. — Et Maria Mitchell, des Etats-Unis, pour laquelle Le Verrier donna une fête à l'Observatoire de Paris, et que le pape Pie IX autorisa exceptionnellement à visiter l'Observatoire du Collège romain, alors établissement ecclésiastique fermé aux femmes ? — Et Mme Scarpellini, l'astronome romaine, si célèbre par ses travaux sur les étoiles filantes ; à laquelle j'ai eu l'honneur de rendre visite moi-même, en compagnie du Père Secchi, directeur de l'Observatoire précédent ?

Et, aujourd'hui encore, l'astronomie n'est-elle pas fière de compter, parmi ses travailleurs les plus célèbres, miss Agnès Clerke, la savante Irlandaise, à laquelle on doit, entre autres, une excellente *Histoire de l'Astronomie au dix-neuvième siècle* ; Mme Isaac Roberts, que nous avons eue, sous le nom si sympathique de Mlle Klumpke, au Conseil de la Société Astronomique de France, docteur ès sciences de la Faculté de Paris, directrice du Bureau des mesures des clichés d'étoiles à l'Observatoire de Paris, Américaine devenue Anglaise par son mariage avec l'astronome

Roberts, mais que la France n'oublie pas ; Mme Fleming, l'une des astronomes de l'Observatoire de Harvard College, aux Etats-Unis, à laquelle on doit un grand nombre de découvertes d'étoiles variables, obtenues par l'examen des clichés photographiques et des photographies spectrales ; lady Huggins en Angleterre, savante collaboratrice de son illustre mari ; Mme Chandon, de l'Observatoire de Paris, membre du Conseil de la Société astronomique de France... et bien d'autres encore ?

*
* *

Ces exemples, que nous pourrions multiplier, montrent avec évidence, que la femme peut, tout aussi bien que l'homme, s'adonner à l'étude des sciences et y réussir. Je ne les cite, d'ailleurs, que dans l'espérance qu'ils contribueront à effacer l'impression générale, injustement défavorable aux femmes. L'intelligence n'a pas de sexe.

Cela ne veut pas dire que la femme doive, pour cela, cesser d'être femme, perdre sa grâce, dédaigner sa beauté, refroidir son cœur, se masculiniser par ses allures, ses idées ou ses opinions. Et pourquoi, je vous prie, une femme instruite cesserait-elle d'être charmante ? Quel étrange préjugé ? N'est-il pas, d'ailleurs, plus agréable d'être instruit que de rester ignorant ? Et, lorsque

nous causons, soit avec des hommes, soit avec des femmes, ne sommes-nous pas, assez souvent, péniblement surpris d'entendre des réflexions qui indiquent la plus complète ignorance en toutes choses et témoignent que ces êtres à visages humains vivent sur notre planète sans savoir seulement où ils sont, sans se l'être jamais demandé, peu différents, en cela, des animaux et des plantes?

*
* *

Les causeries qui vont suivre, dont le programme est de résumer, en douze leçons, ce que l'astronomie contient d'essentiel, ne sont pas destinées à faire de nos lectrices des astronomes ou des mathématiciennes, et elles ne les conduiront pas à devenir jamais des poseuses ou des pédantes. Elles ont pour but de leur présenter une image de la constitution de l'univers, de sa grandeur, de sa beauté, afin qu'en vivant sur cette terre, elles sachent où elles habitent, se rendent compte de notre situation dans l'ensemble des choses, apprécient la création telle qu'elle est et en jouissent davantage. Ce soleil qui nous fait vivre, ces saisons, cette succession des mois et des années, des jours et des nuits, ces mouvements apparents des cieux, ces nuits étoilées,

ces divins clairs de lune, tout cet ensemble de choses constitue, en quelque sorte, le tissu de notre existence, et il est vraiment extraordinaire que les habitants de notre planète aient presque tous vécu, jusqu'ici, sans savoir où ils sont et sans se douter des merveilles de l'univers.

Si tant d'hommes consentent à rester ignorants, que la curiosité féminine soit plus active, et qu'elle se dégage de la chrysalide. Il n'y aurait rien de surprenant à ce que la femme donnât ici le plus beau des exemples.

Je mets ce petit livre sous la protection d'une femme, d'une muse, d'une déesse, de la charmante et enchanteresse URANIE, digne compagne de Vénus, plus élevée qu'elle encore dans le chœur des beautés célestes, plus pure et plus noble, dominant de son clair regard l'immensité de l'univers. Oui, Uranie est femme, et jamais la poésie antique n'aurait imaginé un symbole masculin pour personnifier le spectacle des cieux. Ni Uranus, ni Saturne, ni Jupiter ne pourraient se comparer à l'idéale beauté d'Uranie.

Un mot encore. Cette tentative d'un cours d'astronomie, écrit pour les dames, n'est ni audacieuse, ni personnelle, ni même nouvelle. J'ai, devant moi, deux ouvrages élégants, reliés comme des paroissiens, datant, l'un de l'année

1686, l'autre de cent ans après : 1786. Le premier a été écrit par Fontenelle pour une marquise et a pour titre : *Entretiens sur la pluralité des Mondes ;* le badinage s'y marie agréablement à la science, et l'auteur déclare, d'ailleurs, qu'il ne demande à ses lectrices que le degré d'application qu'elles donneraient à la lecture d'un roman. Le second a été écrit par Lalande et a pour titre : *Astronomie des Dames.* Je suis en illustre compagnie avec ces deux parrains et je m'en honore.

Du temps de Molière, un mari disait de sa femme :

> Et c'est assez pour elle, à ne vous rien céler,
> De savoir prier Dieu, m'aimer, coudre et filer.

Ce mari n'était-il pas un peu égoïste? Ne manquait-il pas un peu d'esprit? Molière avait-il trouvé là le moyen le plus sûr d'obtenir la fidélité des femmes? Qu'en dit l'histoire?

Laissons les femmes faire ce qui leur plaît. Ne nous imaginons pas, d'ailleurs, qu'on puisse les en empêcher. Et que ce qui leur plaît soit aussi ce qui nous plaît à nous-mêmes. Ne les séparons pas trop de nous. La femme et l'homme ne sont-ils pas deux moitiés complémentaires? La raison et le sentiment ne peuvent-ils être associés en une même unité? Et puis, nul n'en a le monopole, car si certaines femmes raisonnent

mieux que certains hommes, reconnaissons aussi que les hommes ne manquent pas toujours de sentiment. A tout bien prendre, il y a égalité psychique. Je veux bien qu'au point de vue de la grammaire, le masculin l'emporte sur le féminin. Je veux bien aussi que, dans la nature, l'homme soit plus fort que la femme et que le cerveau mâle pèse deux cents grammes de plus que la cervelle féminine, en proportion plus marquée que la différence du poids des deux corps ; je veux bien que, dans la société, il y ait plus de savants que de savantes ; que, chez l'homme, les facultés intellectuelles s'exercent dans leur plus grand développement, et, chez la femme, les facultés affectives, qui sont sa grâce et lui donnent ce charme auquel, dit-on, les anges du paradis perdu n'ont pu résister. Mais ne décrétons pas l'ignorance éternelle des filles d'Eve, et, tout en causant, engageons-les à s'instruire réellement dans les vérités absolues que l'astronomie représente et dont la connaissance leur donnera, avec d'immenses satisfactions, un jugement plus sûr des êtres et des choses, un plus juste sentiment des réalités, une élévation plus noble au-dessus des mesquines vulgarités de la vie, en les faisant planer dans une sphère supérieure de contemplation pure, d'indulgence et de bonté.

Le plan de ces causeries astronomiques se trace de lui-même, inspiré, d'ailleurs, par nos lectrices qui, naturellement, ne peuvent entrer dans l'étude du ciel que par LA CONTEMPLATION. Ce sera notre premier tableau.

Cette contemplation place le ciel devant nos yeux et nous conduira à faire connaissance avec LES CONSTELLATIONS. Notre deuxième étude sera donc consacrée à la géographie du ciel.

Lorsque nous nous serons reconnus dans le ciel, nous voudrons savoir ce que sont LES ÉTOILES. Troisième chapitre : Voyage dans l'immensité infinie.

Du ciel étoilé, nous descendrons alors à la région où nous sommes. La Terre appartient au système solaire; le Soleil est une étoile. Notre quatrième chapitre aura donc pour objet LE SOLEIL, étoile du ciel.

Viendra, ensuite, la description de notre famille planétaire :

V. — LES PLANÈTES : A. *Mercure, Vénus, la Terre, Mars.*

VI. — LES PLANÈTES : B. *Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune.*

LES COMÈTES, qui traversent notre système et sont, parfois même, capturées par l'attraction des planètes, formeront notre septième causerie et les *Étoiles filantes* y seront à leur place.

Comme nous n'aurons pas pris le temps, au chapitre V, de nous arrêter sur LA TERRE, nous y reviendrons, et la description de sa situation céleste, de ses mouvements, de ses saisons, de son calendrier formera le sujet du chapitre VIII. Nous ne devons pas nous oublier entièrement D'ailleurs, la Terre est un astre du ciel.

LA LUNE est fille de la Terre et nous est annexée comme une province voisine. Nous y ferons un voyage en notre neuvième causerie.

LES ÉCLIPSES et leur curieuse histoire formeront l'objet du chapitre X. Le suivant sera consacré aux MÉTHODES DE MESURES, et le dernier à la conclusion philosophique naturelle de toutes les recherches astronomiques, au grand problème de LA VIE UNIVERSELLE ET ÉTERNELLE.

Voilà, me semble-t-il, comment notre sujet se présente de lui-même. Je ferai mes efforts pour être digne de sa grandeur.

PREMIÈRE LEÇON

LA CONTEMPLATION DU CIEL

Le soleil vient de plonger dans l'Océan son disque de pourpre. La mer immense se pare des tons ardents de l'astre réfléchis par le ciel et semble un miroir de turquoise et d'émeraude. Les vagues roulent de l'or et de l'argent, et viennent bruyamment se briser sur le rivage déjà tout assombri par la disparition du céleste flambeau.

On le regrette, l'astre du jour qui, tantôt, versait si généreusement ses joyeux rayons dans tant de cœurs ivres de gaieté et de bonheur... On rêve, on contemple le grandiose spectacle, et la rêverie fait oublier les minutes qui, rapidement, s'envolent. Mais, graduellement, l'obscurité augmente et le crépuscule va faire place à la nuit.

L'œil le plus distrait qui assiste au coucher

du soleil descendant sous les flots à l'horizon lointain de la mer ne peut rester indifférent au spectacle de la nature, en cette heure si impressionnante.

Déjà, la clarté du croissant lunaire, qui semble une nacelle lumineuse suspendue dans les cieux, est assez vive pour jeter sur la mer des paillettes d'argent mobiles et scintillantes. Lentement, l'astre du soir descend, lui aussi, vers l'horizon occidental. Un monde étincelant attire nos regards, dominant à son tour le ciel de l'Occident : c'est l'étoile du Berger, c'est Vénus aux translucides rayons. Peu à peu, une à une, apparaissent les étoiles les plus brillantes : voici la blanche Véga, de la Lyre, l'ardent Arcturus, les sept étoiles de la Grande Ourse, et toute une population sidérale qui s'allume comme des yeux innombrables ouverts sur l'infini. C'est une vie nouvelle qui se révèle à notre pensée et qui l'invite à s'envoler dans ces mystérieuses profondeurs.

O Nuit diaprée de feux sans nombre! n'as-tu pas écrit en lettres flamboyantes, dans les constellations, les mots de la grande énigme de l'univers? Ta contemplation nous étonne et nous charme. Combien rapidement tu effaces en nous les regrets que nous laissait le départ de notre soleil aimé... Quelles beautés, quelles richesses ne réserves-tu pas à nos âmes ravies! Quel esprit

resterait aveugle à ton spectacle et sourd à ton langage !

De quelque côté du ciel que nos regards s'élèvent, les splendeurs de la nuit se révèlent à nos yeux émerveillés... Ces yeux célestes semblent, eux aussi, nous regarder et nous interroger. Ainsi, déjà, ils ont appelé l'attention des esprits pensifs depuis que l'humanité existe en ce monde. Ces étoiles, Homère les a vues, les a chantées. Elles ont brillé sur la succession lente des civilisations aujourd'hui disparues, depuis l'Égypte de l'époque des pyramides, depuis la Grèce du temps de la guerre de Troie, depuis Rome et Carthage, depuis Constantin et Charlemagne, jusqu'à notre vingtième siècle. Les générations sont ensevelies avec la poussière des anciens temples. Les étoiles sont toujours là, symboles de l'éternité.

Le silence des grands cieux étoilés nous effraie peut-être, et l'immensité semble nous anéantir. Mais notre pensée curieuse, emportée par le rêve, s'envole, avide, vers les régions les plus lointaines du visible. Elle se pose sur l'une ou l'autre étoile, comme le papillon sur la fleur. Elle cherche celle qui répondra le mieux à ses aspirations, et il s'établit, entre elles et nous, une sorte de communication que la nature entière paraît protéger par tous ces appels silencieux. Notre sentiment de solitude a disparu. Nous sentons que, quoique minuscules atomes, nous fai-

sons partie de cet immense univers, et ce muet langage de la nuit étoilée est plus éloquent que tous les discours. Chaque étoile devient une amie, une confidente discrète, souvent même une précieuse conseillère, car toutes les pensées qu'elle nous suggère sont pures et élevées.

Est-il un plus beau poème que le livre écrit, en lettres de feu, au tableau du firmament? Non, il n'en est pas de plus idéal. Mais, pourtant, le sentiment poétique que la beauté des cieux éveille en nos âmes, ne doit pas nous voiler la réalité. Celle-ci n'est pas moins merveilleuse que le mystère dont nous étions charmés.

Ici, nous pouvons nous demander combien il y a d'êtres humains, même parmi ceux qui pensent, qui parfois élèvent leurs regards vers le ciel étoilé; combien il y a d'hommes et de femmes qui, sincèrement, avec une curiosité non feinte, s'intéressent à ces points étincelants, à ces astres inaccessibles, et désirent vraiment faire plus ample connaissance avec eux?

Cherchez, causez, informez-vous, dans vos conversations féminines. Vous qui lisez ces pages, qui déjà aimez le ciel, qui déjà le comprenez, qui voulez vous rendre compte de notre existence en ce monde, qui désirez savoir ce qu'est la Terre et ce qu'est le Ciel, vous constaterez que le nombre des curieux de la vérité est si infime qu'on n'ose en parler, tant il est honteux pour

notre race prétendue intelligente! Et, pourtant, quelles jouissances l'étude de l'univers ne réserve-t-elle pas à nos esprits! Quelle œuvre pourrait parler plus éloquemment à nos cœurs et à nos âmes! Et l'immense livre du ciel n'est-il pas ouvert à tous les yeux?

*
* *

L'Astronomie est la science par excellence. C'est la plus belle et la plus ancienne de toutes, puisqu'elle remonte aux temps indéterminés de la plus haute antiquité. Non seulement elle a pour mission de nous faire connaître ces astres innombrables dont nos nuits sont illuminées, mais encore, c'est grâce à elle que nous savons où nous sommes et ce que nous sommes. Sans elle, nous vivrions en aveugles, dans une ignorance éternelle des conditions mêmes de notre existence terrestre. Sans elle, nous serions encore pénétrés de l'erreur naïve qui réduisait l'univers entier à notre minuscule globule, et qui faisait de notre humanité le but de la création, et nous n'aurions aucune idée exacte de l'immense réalité.

Aujourd'hui, grâce au labeur intellectuel de tant de siècles, grâce aussi aux génies immortels des savants qui ont consacré leur vie à la

recherche de la vérité : les Copernic, les Galilée, les Képler, les Newton, le voile de l'ignorance est tombé, laissant entrevoir, à l'œil ébloui du penseur, les merveilles de la création dans leur vérité splendide.

Étudier l'Astronomie, ce n'est pas, comme beaucoup se l'imaginent, se livrer à une torture cérébrale qui supprimerait toute beauté, tout charme, toute grandeur au spectacle de la nature. Des chiffres, rien que des chiffres, ce ne serait guère séduisant, même pour les esprits les plus désireux de s'instruire. Que mes lectrices se rassurent! Nous ne leur proposerons pas de déchiffrer les hiéroglyphes de l'algèbre et de la géométrie. Loin de nous une pareille pensée. D'ailleurs, les chiffres ne sont que des échafaudages, des méthodes, et n'existent pas dans la nature.

Je veux seulement vous prier d'ouvrir les yeux, vous montrer où vous êtes, afin que vous ne vous écartiez plus du chemin de la vérité, qui est aussi celui du bonheur. Lorsque vous y serez entrées, nul n'aura aucune peine à vous y retenir. Et vous aurez l'intime plaisir de savoir que vous pensez juste et qu'il est infiniment plus agréable d'être instruit que d'être ignorant. La réalité est bien au-dessus de tout ce que l'on peut rêver, même dans les songes les plus fantastiques. Les féeries les plus magnifiques de nos

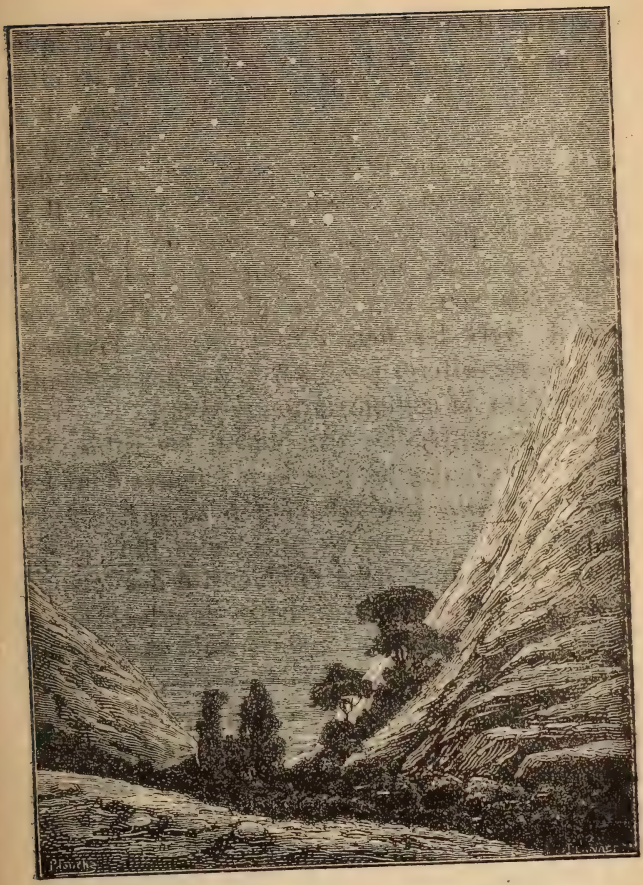


Fig. 1. — L'immense livre du Ciel est ouvert à tous les yeux...

meilleurs théâtres, le clinquant tintamarresque de nos revues militaires, les somptuosités les plus extraordinaires dont s'enorgueillit notre race humaine, tout ce que nous admirons, tout ce que nous envions sur la Terre n'est rien auprès des merveilles inouïes répandues dans l'infini. Il y en a tant que l'on ne sait plus où regarder. L'œil, enchanté, voudrait tout saisir à la fois.

Si vous vous donnez le plaisir d'élever vos regards vers les feux étincelants de l'espace, vous ne regretterez pas les trop rapides moments passés dans la contemplation céleste.

Les diamants, les turquoises, les rubis, les émeraudes, toutes les pierres précieuses dont les femmes aiment généralement à se parer, nous les retrouvons plus pures, plus belles, plus splendides, suspendues dans l'immensité des cieux ! Nous voyons s'avancer vers nous, dans les champs télescopiques, des armées de soleils majestueux et puissants dont nous n'avons pas à craindre la férocité. Et les vagabondes comètes aux folles chevelures, et les étoiles filantes, et les nébuleuses stellifères, ne sont-ce pas là des tableaux prestigieux ? Qu'est-ce que nos romans en comparaison de l'histoire de la nature ?

Nous élever vers l'infini, c'est purifier notre âme de toutes les bassesses de ce monde ; c'est vouloir devenir meilleur et plus intelligent.

*
* *

— Mais, d'abord, demandez-vous, *qu'est-ce que le Ciel?* Cette voûte nous en impose. Nous n'oserons jamais en commencer l'étude.

Le Ciel, vous répondrai-je, ce n'est pas une voûte, c'est une immensité sans bornes, inimaginable, insondable, qui nous entoure de toutes parts et au sein de laquelle flotte notre globe; LE CIEL, C'EST TOUT CE QUI EXISTE; c'est tout ce que nous voyons, et même ce que nous ne voyons pas; c'est la Terre où nous sommes, qui nous emporte dans son vol rapide; c'est la lune qui l'accompagne et verse sa douce clarté sur nos nuits silencieuses; c'est ce bon soleil auquel nous devons notre existence; ce sont les étoiles, soleils de l'infini; en deux mots, c'est la création entière.

Oui, notre Terre est un astre du ciel; le ciel est son domaine, et notre soleil, qui brille au-dessus de nos têtes et féconde nos saisons, est une étoile, aussi bien que les jolis points brillants qui scintillent là-haut, bien loin, et embellissent de leur éclat le calme de nos nuits. Nous sommes tous dans le ciel, vous comme moi, car la Terre, dans sa course à travers l'espace, nous transporte avec elle au sein de l'infini.

Dans le ciel, il n'y a ni haut, ni bas. Ces mots n'existent pas dans le langage céleste, parce qu'ils n'ont qu'une signification relative à la surface de notre planète. En réalité, pour les habitants de la Terre, le bas, c'est l'intérieur, le centre du globe, et le haut, c'est ce qui est au-dessus de nos têtes, tout autour de la Terre. Le ciel, c'est tout ce qui nous environne de toutes parts, à l'infini...

La Terre est, comme ses semblables : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, une des planètes de la grande famille solaire.

Le Soleil, son père, la protège, dirige tous ses actes. Elle, en fille reconnaissante, lui obéit aveuglément. Tous voguent en parfaite harmonie sur l'océan des cieux.

— Mais, me direz-vous aussi, sur quoi repose la Terre dans sa navigation éthérée ?

Sur rien. — La Terre tourne autour du colossal Soleil, petit globe, relativement léger, isolé de toutes parts dans l'espace; telle une bulle de savon soufflée par le bambin joyeux.

Au-dessus, au-dessous, de tous côtés, des millions de globes semblables à elle, groupés par familles, forment d'autres systèmes de mondes qui évoluent autour des nombreuses et lointaines étoiles peuplant l'infini, soleils plus ou moins analogues à celui qui nous éclaire, et en général plus volumineux que lui, quoiqu'il soit plus

d'un million de fois supérieur à notre planète.

Dans l'antiquité, avant que l'on connût l'isolement de notre globe dans l'espace et les mouvements qui le déplacent sans cesse, on se représentait la Terre comme la moitié immobile inférieure de l'univers. Le ciel était considéré comme la partie supérieure. Les anciens avaient doté notre monde de supports fantastiques qui se prolongeaient jusqu'aux enfers. Ils ne pouvaient admettre l'isolement de la Terre, parce qu'ils avaient une fausse idée de la pesanteur. Mais, aujourd'hui, nous savons, d'une façon indéniable, que la Terre ne repose absolument sur rien. Les innombrables voyages accomplis autour d'elle dans tous les sens en ont donné la meilleure preuve. Elle ne tient à rien. Comme nous le remarquions tout à l'heure, il n'y a ni haut ni bas dans l'univers. Ce que nous appelons le bas, c'est le centre de la Terre. Celle-ci tourne, d'ailleurs, sur elle-même en vingt-quatre heures. La nuit n'est qu'un phénomène partiel, dû précisément au mouvement de rotation de la planète — mouvement qui ne peut exister qu'à la condition que notre globe soit absolument isolé dans l'espace.

Le Soleil, ne pouvant illuminer à la fois qu'un côté de notre globe, c'est-à-dire un hémisphère, il en résulte que la nuit n'est autre chose que l'état de la partie non éclairée. Comme la Terre

tourne sur elle-même, toutes ses régions exposées successivement au Soleil ont le jour, tandis que ses contrées situées à l'opposé du Soleil, dans le cône d'ombre produit par la Terre elle-même, ont la nuit. Mais, qu'il soit midi ou minuit, les étoiles occupent toujours leurs places dans le ciel, même lorsque, éblouis par l'ardente lumière de l'astre du jour, nous cessons de les voir; et, lorsque nous sommes plongés dans les ténèbres de la nuit, le dieu Phébus continue à verser ses rayons bienfaisants sur les pays tournés de son côté.

La succession de la nuit et du jour est un phénomène qui appartient en propre à la Terre et auquel le reste de l'univers ne participe pas. Il en est de même pour chaque monde illuminé par un soleil, et doué d'un mouvement de rotation. Dans l'espace absolu, il n'y a aucune succession de nuits et de jours.

Soutenue dans l'espace par des forces que nous expliquerons plus loin, notre planète vogue en plein ciel autour du Soleil.

Imaginez un magnifique aérostat qui, légèrement et rapidement, fend l'espace. Entourez-le de huit petits ballons de différentes grosseurs : les plus petits semblables à ceux que l'on vend dans nos squares pour amuser les enfants; les plus gros, pareils à ceux que l'on distribue en primes dans les grands magasins. Représentez-vous ce groupe planant dans les airs, et vous

aurez, en miniature, notre système de mondes.

Il ne faut voir là, toutefois, qu'une image, qu'une comparaison. Les ballons sont soutenus par l'atmosphère, dans laquelle ils flottent en

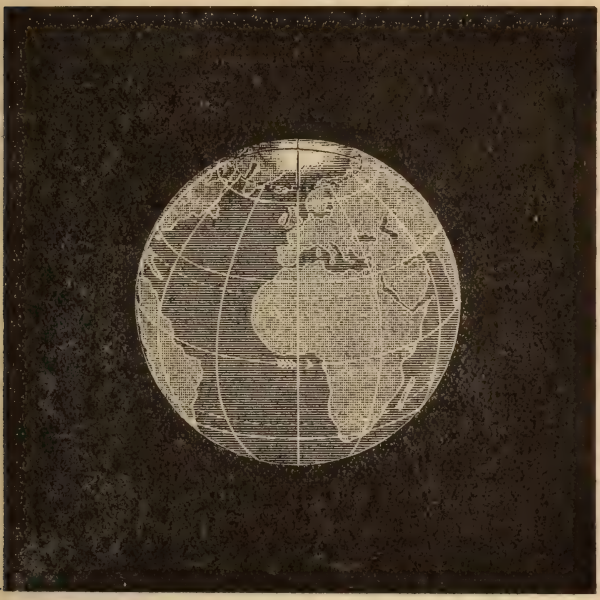


Fig. 2. — La Terre dans l'espace. Solstice de juin, midi.

équilibre. La Terre n'est soutenue par rien de matériel. Ce qui la maintient en équilibre dans le vide éthéré, c'est une force immatérielle, c'est la gravitation. Le Soleil l'attire, et, si elle ne

tournait pas, elle tomberait sur lui; mais, en tournant autour de lui, avec une vitesse de 107,000 kilomètres à l'heure, elle produit une force centrifuge, — telle une pierre dans une fronde — précisément égale et de signe contraire à sa pesanteur vers l'astre central, et ces deux forces équilibrées la maintiennent à la même distance moyenne.

Ce groupe solaire et planétaire n'existe pas seul dans le vide immense qui s'étend autour de nous indéfiniment. Comme nous le disions plus haut, toutes les étoiles que nous admirons au fond des cieux, vers lesquelles nous élevons nos regards et nos pensées pendant les heures charmantes de la nuit, sont aussi des soleils brillant de leur propre lumière, des chefs de familles plus ou moins nombreuses, qui se renouvellent à toutes les distances dans l'infini. Malgré ces prodigieuses distances entre les soleils-étoiles, l'espace est si vaste et le nombre est si grand que, par un effet de perspective dû précisément à l'éloignement, les apparences nous portent à croire que les étoiles se touchent. Et elles semblent même réellement se toucher dans certaines visions télescopiques et dans certaines photographies célestes.

*
* *

L'univers est infini. L'espace est sans bornes. Si, entraînés par notre amour pour le ciel, nous avions la fantaisie et surtout le moyen d'entreprendre un voyage qui aurait pour terme la limite des cieux, nous serions bien surpris, en arrivant aux confins de la Voie Lactée, de voir se renouveler, devant nos yeux éblouis, le spectacle grandiose et phénoménal d'un univers nouveau; et si, dans notre course folle, nous franchissions ce nouvel archipel de mondes pour nous lancer à la recherche de la barrière des cieux, nous trouverions toujours éternellement, devant nous, des univers succédant aux univers. Des millions de soleils roulent dans l'espace immense. Partout, de tous côtés, la création se renouvelle en des variations infinies.

Selon toute probabilité, la vie universelle s'est répandue là-bas comme ici et a semé le germe de l'intelligence sur ces mondes lointains que nous devinons dans le voisinage des soleils innombrables qui sillonnent l'éther, car tout nous prouve, sur la Terre, que la vie est le but de la nature. Foyers ardents, sources intarissables de chaleur et de vie, ces soleils variés, multiples,

colorés, versent leurs rayons sur les terres qui leur appartiennent et qu'ils fécondent.

Notre globe n'est pas une exception dans l'univers. Il est, comme nous l'avons vu tout à l'heure, un astre du ciel, nourri, chauffé, éclairé, vivifié par le Soleil qui, lui-même n'est qu'une étoile.

Mondes innombrables! Nous rêvons à eux. Qui nous dit que leurs habitants inconnus ne songent pas a nous, eux aussi, et que l'espace n'est pas traversé par des vols de pensées comme il l'est par les effluves de la gravitation universelle et de la lumière? N'existe-t-il pas, entre les humanités célestes, dont la Terre n'est qu'un modeste hameau, une immense solidarité, à peine pressentie par nos sens imparfaits?

Élevons nos méditations vers cet infini! Ne laissons échapper aucune occasion d'employer les meilleures de nos heures, celles du silence et de la paix des nuits enchanteresses, pour permettre à notre esprit de contempler, d'admirer, d'épeler les mots du grand livre des cieux. Laissons notre âme, libre de son essor, s'envoler, rapide et heureuse, vers ces contrées merveilleuses qui lui réservent d'inénarrables joies, et rendons hommage à la première, à la plus belle des sciences, à l'Astronomie, qui répand en nous la lumière de la vérité.

Pour les âmes poétiques, la contemplation du ciel transporte la pensée en des régions supé-

rieures que n'atteindrait aucune autre méditation. Qui ne se souvient des beaux vers de Victor Hugo dans ses *Orientales?* Qui ne les a lus? Qui ne les a entendus? Ils portent pour titre EXTASE, et c'est bien là leur nom véritable. On les chante quelquefois, et il semble que la mélodie complète encore leur beauté si pure :

J'étais seul près des flots par une nuit d'étoiles.
Pas un nuage aux cieux, sur les mers pas de voiles;
Mes yeux plongeaient plus loin que le monde réel,
Et les bois et les monts et toute la nature
Semblaient interroger, dans un confus murmure,
Les flots des mers, les feux du ciel.

Et les étoiles d'or, légions infinies,
A voix haute, à voix basse, avec mille harmonies
Disaient, en inclinant leurs couronnes de feu;
Et les flots bleus, que rien ne gouverne et n'arrête,
Disaient en recourbant l'écume de leur crête :
— C'est le Seigneur, le Seigneur Dieu!

Notre immortel poète était astronome. J'ai eu, plus d'une fois, l'honneur de m'entretenir avec lui des problèmes du ciel étoilé. Et je me disais que les astronomes pourraient parfois être poètes.

Il est difficile, en effet, de se défendre d'un sentiment de profonde émotion devant les abîmes de l'espace infini, à l'aspect de la multitude innombrable des mondes suspendus sur nos têtes. Nous éprouvons, en cette solitaire contemplation

du ciel, qu'il y a, dans l'univers, autre chose que la matière tangible et visible : des forces, des lois, des destinées. Nos cerveaux de fourmis se reconnaissent bien minuscules sans doute; mais, ils sentent qu'il y a quelque chose de plus grand que la Terre : le ciel; de plus absolu que le visible : l'invisible; de supérieur aux affaires plus ou moins vulgaires de la vie : le sentiment du beau, du vrai et du bien. On sent qu'un immense mystère plane sur la nature, sur les êtres et sur les choses. Et c'est encore en cela que l'Astronomie surpasse toutes les sciences, qu'elle devient notre souveraine éducatrice, qu'elle est le phare de la philosophie moderne.

O Nuit mystérieuse, Nuit sublime, Nuit infinie! tu fais disparaître devant nos yeux le voile que la lumière du jour déployait au-dessus de nos têtes; tu rends au ciel sa transparence, et tu nous montres la réalité prodigieuse, l'écrin scintillant des diamants célestes, les étoiles innombrables se succédant sans fin dans l'incommensurable espace. Sans toi, nous ne saurions rien. Sans toi, nos yeux n'auraient jamais deviné la population sidérale, nos esprits n'auraient jamais perçu l'harmonie des cieux, et nous serions restés les parasites aveugles et sourds d'un monde isolé du reste de l'univers. O Nuit sacrée! Si, d'une part, tu planes, supérieure au jour de toute la hauteur de la Vérité au-dessus de l'illu-

sion, d'autre part, tu verses, du haut de tes urnes invisibles, la paix silencieuse et tranquille, le calme pénétrant, dans nos âmes fatiguées parfois des agitations de la vie, et tu nous fais oublier les luttes, les intrigues, les perfidies, les misères des heures du travail, de l'activité et du bruit, et tous les mensonges conventionnels de la civilisation. Le repos et les rêves sont ton domaine. Nous t'aimons pour cette paix, pour ce calme, pour cette tranquillité. Nous t'aimons parce que tu es vraie. Nous t'aimons parce que tu nous mets en communication avec les autres mondes, parce que tu nous fais pressentir la vie universelle et éternelle, parce que tu nous donnes l'espérance, parce que tu nous proclames citoyens du ciel.

DEUXIÈME LEÇON

LES CONSTELLATIONS

Notre première Leçon nous a montré la Terre suspendue dans l'espace, comme un globe isolé de toutes parts, et entourée, à de vastes distances, par la multitude des étoiles.

Ces feux du ciel sont des soleils comme celui qui nous éclaire. Ils brillent par leur propre lumière : nous le savons avec certitude, parce que leur distance est si grande qu'ils ne pourraient être ni éclairés par le soleil, ni, à plus forte raison, réfléchir sa clarté jusqu'à nous, et parce que, d'autre part, nous avons pu mesurer et analyser leur lumière. Un grand nombre de ces lointains soleils sont simples, isolés ; d'autres sont doubles, triples, multiples ; d'autres, associés en groupes de plusieurs centaines, de plusieurs milliers ; d'autres se présentent comme centres de systèmes analogues à celui qui gravite autour de

notre soleil, et dont nous faisons partie. Mais ces tribus célestes sont éloignées de nous à de telles distances qu'il nous est impossible de distinguer tous les membres de chaque famille en particulier. Des observations délicates en ont seulement révélé quelques-uns. Nous devons nous contenter d'abord, ici, d'admirer les chefs, les soleils-étoiles, globes formidables, flambeaux éclatants répandus à profusion dans l'immensité.

— Mais comment les reconnaître les uns des autres? Comment les retrouver facilement et les nommer? Il y en a tant!

Ne nous effrayons pas; la chose est des plus simples.

Pour étudier la surface de la Terre, nous nous servons de cartes géographiques sur lesquelles sont dessinés, avec un grand soin, les continents et les mers qui la composent. Chaque contrée de notre planète est subdivisée en États, qui portent chacun un nom propre. Nous allons procéder de même dans le ciel, et cela nous sera d'autant plus facile que le grand livre des cieux est constamment ouvert à nos regards. Et notre globe se donne la peine de tourner sur lui-même pour nous le montrer successivement tout entier. Il suffit que l'atmosphère soit pure, et que l'amour de la science et de la vérité stimule un peu notre bonne volonté, pour que la géographie du ciel, « l'uranographie », nous soit bientôt aussi

familière que la géographie de notre atome terrestre.

*
* *

Par une belle nuit d'été, lorsque notre regard s'élève vers la voûte étoilée, il ne remarque, d'abord, qu'une multitude de points étincelants. Les étoiles paraissent disséminées, comme au hasard, dans l'espace; elles sont si nombreuses et si proches les unes des autres qu'il semblerait téméraire de vouloir les nommer séparément. Cependant, il en est de plus éclatantes qui attirent particulièrement et excitent spécialement notre attention. Au bout d'un moment d'observation, nous remarquons une certaine régularité dans la disposition de ces soleils lointains et nous nous plairions volontiers à dessiner des figures imaginaires sur ces groupes célestes.

C'est ce que firent, avec un but utile, les hommes de l'antiquité. Pour se guider sur les mers, où nul chemin n'est tracé, les premiers navigateurs phéniciens choisirent, dans le ciel, des points de repère invariables auxquels ils pouvaient demander les jalons de leurs routes. Ils découvrirent ainsi la position du pôle immobile et conquirent par là l'empire des mers. Les pasteurs de la Chaldée, les peuples nomades de

l'Orient, associèrent aussi le ciel à leurs migrations. Par des alignements faciles, ils groupèrent en constellations les étoiles les plus brillantes, et chacune de ces provinces célestes reçut un nom tiré de la Mythologie, de l'Histoire, ou des règnes de la nature. Il serait impossible de déterminer exactement l'époque de cette primitive géographie céleste. Le Centaure Chiron, précepteur de Jason, a la réputation d'avoir, le premier, divisé le ciel sur la sphère des Argonautes. Mais ce souvenir est un peu mythologique! La Bible nous montre le prophète Job nommant déjà Orion, les Pléiades, les Hyades, il y a trois mille trois cents ans. Les tablettes babyloniennes et les hiéroglyphes égyptiens témoignent d'une astronomie déjà assez avancée en ces époques lointaines. Toutefois, nos constellations actuelles, d'origine babylonienne, sans doute, paraissent avoir été arrangées sous leur forme actuelle par le savant grec Eudoxe de Cnide, vers l'an 360 avant notre ère. Aratus les chanta en un poème didactique vers l'an — 270. C'est Hipparque de Rhodes qui, le premier, nota avec précision les positions astronomiques 130 ans avant notre ère; il classa les étoiles par ordre de grandeurs, selon leur éclat apparent, et son catalogue, conservé dans l'*Almageste* de Ptolémée, contient 1,022 étoiles distribuées en 48 constellations.

Les figures des constellations, tirées presque

toutes de la Fable, ne sont visibles qu'avec les yeux de l'imagination, et là où l'antiquité a placé tel personnage ou tel animal, nous verrons, s'il nous plaît, avec un peu de bonne volonté, tout ce que nous voudrons. Ces figures n'ont rien de réel. Cependant, il est indispensable de bien connaître les constellations pour se retrouver dans l'innombrable armée des étoiles, et nous allons commencer cette étude par la description de la plus populaire, de la plus connue de toutes, de celle qui plane, toutes les nuits, dans notre ciel boréal. Inutile de vous la nommer. Tout le monde la connaît. Vous l'avez dit : c'est la Grande Ourse.

Cette vaste et splendide association de soleils, surnommée aussi le Chariot de David, est une des plus belles constellations du ciel et une des plus anciennes, puisque les Chinois la saluaient comme la divinité du Nord, il y a plus de quatre mille ans.

Si, par hasard, quelques-unes de nos lectrices avaient oublié sa position dans le ciel, voici un moyen bien simple de la reconnaître : Tournez-vous vers le Nord, c'est-à-dire à l'opposé du point où le soleil se trouve à midi. Quels que soient la saison de l'année, le jour du mois ou l'heure de la nuit, vous verrez toujours là, trônant dans les hauteurs du firmament, sept belles étoiles disposées en un quadrilatère suivi

d'une queue de trois étoiles. Cette magnifique constellation ne se couche jamais pour notre horizon ; nuit et jour, elle veille au-dessus de nous, tournant, en vingt-quatre heures, autour d'une étoile très célèbre que nous connaîtrons bientôt. Dans la figure de la Grande Ourse, les quatre étoiles du quadrilatère se trouvent dans le corps, et les trois de l'extrémité forment la queue. Dans le Chariot de David, les quatre étoiles représentent les roues, et les trois autres les chevaux.

Nos aïeux y ont vu, parfois, sept bœufs, les « bœufs du pâturage céleste », et c'est même de là qu'est dérivé le mot septentrion (*septem Triones :* sept bœufs de labour). Quelquefois aussi, on voit là une charrue, et d'autres, plus vulgaires, appellent cette figure la Casserole. Comme elle tourne autour du pôle, son aspect varie suivant ses positions.

Il est assez difficile de deviner pour quelle raison cette constellation a reçu le nom d'*Ourse*. Mais ce nom a eu une certaine influence. Du mot grec *Arctos* (ourse) est sorti arctique, puis, pour son antipode, antarctique. Du mot latin *Trio*, bœuf de labour, est sorti septentrion, qui veut dire les sept bœufs. Les étymologies ne sont pas toujours logiques. Est-ce que le mot vénérer ne descend pas de Vénus ?

Pour distinguer les étoiles entre elles, on est

convenu de les désigner sous les lettres de l'alphabet grec, car il eût été impossible de leur donner un nom à chacune, tant leur nombre est considérable.

Alpha et Bêta marquent les deux premières étoiles du Chariot; Gamma et Delta les deux suivantes ; Epsilon, Zêta, Éta, les trois du timon (*). Toutes ces étoiles sont de seconde *grandeur* (nous expliquerons, au chapitre suivant, le sens intégral de cette expression), excepté la dernière (Delta) du quadrilatère, qui est de troisième.

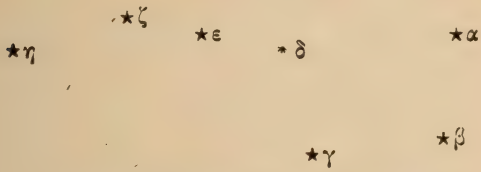


Fig. 3. — La Grande Ourse ou Le Chariot

Notre figure 3 représente l'aspect de cette constellation primitive. Comme elle tourne en

* Il est toujours utile de connaître les lettres grecques, et ce ne sera pas là un exercice difficile pour nos lectrices. Les voici :

α alpha.	η êta.	ν nu.	τ tau.
β bêta.	θ thêta.	ξ xi.	υ upsilon.
γ gamma.	ι iota.	ο omicron.	φ phi.
δ delta.	κ kappa.	π pi.	χ ki.
ε epsilon.	λ lambda.	ρ rho.	ψ psi.
ζ zêta.	μ mu.	ς sigma.	ω oméga.

vingt-quatre heures autour du pôle, situé dans le prolongement de la ligne menée de β à α, elle prend toutes les situations possibles, comme si vous tourniez cette page dans tous les sens. Mais la disposition de ces sept étoiles entre elles ne change pas.

Chacune de ces sept étoiles, ne l'oublions pas en les contemplant, est un soleil éblouissant, centre de force et de vie. L'une d'elles est même particulièrement remarquable : c'est Zêta (ζ), appelée Mizar par les Arabes. Les bonnes vues distinguent tout auprès d'elle une minuscule étoile, Alcor, ou le Cavalier, appelée aussi Saïdak par les Arabes, c'est-à-dire l'Épreuve, parce qu'elle sert à éprouver la portée de la vue. Mais, de plus, si vous avez une petite lunette à votre disposition, dirigez-la vers cette belle étoile Mizar : vous serez émerveillées en découvrant là les deux plus admirables diamants que vous puissiez voir et auxquels aucun brillant ne peut être comparé. Il y a, là aussi, plusieurs étoiles doubles, avec lesquelles nous ferons connaissance plus tard.

Mais n'oublions pas notre géographie céleste. La Grande Ourse va nous servir à trouver toutes les constellations voisines.

Si l'on tire (*fig. 4*) une ligne droite, partant de β, passant par α, qui forment l'extrémité du carré, et qu'on la prolonge d'une quantité

égale à la distance d'Alpha à l'extrémité de la queue, on rencontre une étoile de deuxième grandeur qui marque l'extrémité d'une figure toute semblable à la Grande Ourse, mais plus petite, moins brillante et dirigée en sens contraire. C'est la Petite Ourse, composée de sept astres, comme son aînée; l'étoile située au bout

Fig. 4. — Pour trouver l'Étoile Polaire.

de la ligne qui nous a servi à la trouver, est l'*Étoile Polaire.*

Immobile près du pôle boréal, la Polaire a reçu le don de captiver tous les regards par sa fixité au fond du firmament. Elle est la providence des navigateurs égarés sur l'Océan, auxquels elle montre le Nord, tandis qu'elle sert de pivot à l'immense rotation que toutes les étoiles paraissent accomplir autour d'elle en vingt-quatre heures. C'est donc un personnage très important, et il faut nous empresser de la trouver pour lui rendre

l'hommage qui lui est dû. Ajoutons que son immobilité spéciale, dans le prolongement de l'axe de la Terre, n'est qu'une apparence causée par le mouvement diurne de notre planète. Nos lectrices n'ignorent pas que c'est la Terre qui tourne, et non le Ciel. Du reste, nous le démontrerons plus loin. En regardant l'Étoile Polaire, on a le Sud derrière soi, l'Est à droite, et l'Ouest à gauche.

Entre la Grande Ourse et la Petite Ourse, on distingue une suite de petites étoiles qui serpentent. Ce sont les étoiles du Dragon.

Nous allons continuer notre grand voyage par Cassiopée, belle constellation située de l'autre côté de la Polaire par rapport à la Grande Ourse, et disposée un peu comme les jambages écartés de la lettre M. On l'appelle aussi la Chaise. En effet, quand la figure se présente avec la ligne α β en bas, la ligne κ γ forme le siège et γ δ ε le dossier.

En tirant une ligne droite de l'étoile δ de la Grande Ourse, et en la prolongeant au delà de l'Étoile Polaire d'une quantité égale à la distance qui sépare ces deux étoiles, on trouvera facilement cette constellation (*fig.* 5).

Ce groupe, comme les précédents, ne se couche jamais pour nos latitudes, et est toujours visible à l'opposé de la Grande Ourse. Il tourne, en vingt-quatre heures, autour de la Polaire, et se trouve

tantôt au-dessus, tantôt au-dessous, tantôt à droite, tantôt à gauche.

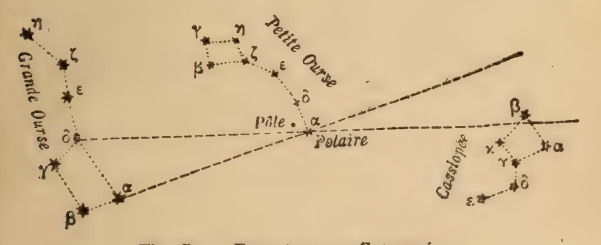


Fig. 5. — Pour trouver Cassiopée.

Maintenant si, prenant comme point de départ les étoiles Alpha et Delta de la Grande Ourse,

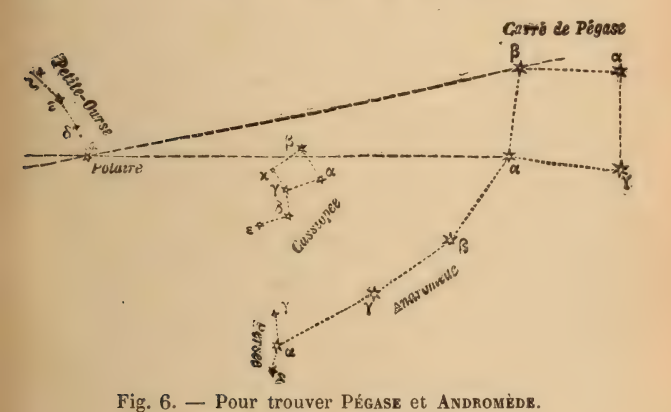


Fig. 6. — Pour trouver Pégase et Andromède.

nous tirons deux lignes qui, se joignant au pôle, se prolongeraient au delà de Cassiopée, nous arriverons au carré de Pégase (*fig. 6*), vaste

constellation qui se termine, d'un côté, par un prolongement de trois étoiles.

Ces trois dernières étoiles appartiennent à Andromède et aboutissent elles-mêmes à Persée. La dernière étoile du carré de Pégase est donc la première d'Andromède.

L'étoile γ d'Andromède est une double magnifique dont nous reparlerons au chapitre suivant, c'est-à-dire que le télescope la décompose en deux soleils merveilleux dont l'un est jaune-topaze, et l'autre vert-émeraude. (On en découvre même trois dans les grands instruments.)

Au-dessus de β, on remarque, près d'une petite étoile, une traînée lumineuse, pâle et blanchâtre : c'est la nébuleuse oblongue d'Andromède, la première dont il soit fait mention dans l'histoire de l'astronomie et l'une des plus belles du ciel, perceptible à l'œil nu par les nuits bien transparentes.

Les étoiles α, δ et γ de Persée forment un arc concave qui va nous servir pour une nouvelle orientation. En le prolongeant du côté de δ, on trouve une étoile très brillante de première grandeur : c'est *Capella*, ou la Chèvre, de la constellation du Cocher (*fig.* 7).

Si, revenant à l'étoile Delta de Persée, on tire une ligne se dirigeant vers le Sud, on arrive aux Pléiades, ravissant amas d'étoiles, fine poussière

de diamant, qui tremblent sur l'épaule du Taureau, avec lequel nous ferons connaissance tout à l'heure lorsque nous arriverons aux constellations zodiacales.

Non loin de là, brille une étoile très curieuse, Bêta de Persée ou *Algol*, qui forme un petit triangle avec deux autres plus petites. Cette

Fig. 7. — Persée, les Pléiades, la Chèvre.

étoile offre cette particularité qu'au lieu de garder un éclat fixe, elle varie d'intensité de lumière et est tantôt brillante, tantôt pâle. Elle appartient à la catégorie des étoiles variables que nous étudierons plus tard. Depuis plus de deux cents ans qu'on l'observe, toutes les observations concordent pour prouver qu'un astre presque obscur tourne autour de ce soleil, à peu près dans le plan de notre rayon visuel, et produit, en passant devant lui, une éclipse partielle qui le fait des-

cendre, de la deuxième à la quatrième grandeur, tous les 2 jours 20 heures 49 minutes.

A présent, nous allons, si vous le voulez bien, revenir à la Grande Ourse qui, si complaisamment, nous a servi tout à l'heure, à notre départ pour ces plages lointaines, et nous nous embarquerons de nouveau à la recherche des autres constellations.

En prolongeant la ligne courbe de la queue

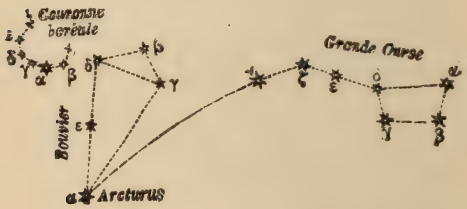


Fig. 8. — Pour trouver ARCTURUS, le Bouvier et la Couronne.

nous rencontrerons une très belle étoile jaune d'or, fulgurant soleil d'un éclat éblouissant : nous saluons *Arcturus*, ou Alpha du Bouvier, qui se trouve à l'extrémité de cette constellation tracée en forme de pantagone. Les principales étoiles de cet astérisme sont de troisième grandeur, à l'exception d'Alpha, qui est de première. A côté du Bouvier, on remarque un cercle composé de cinq étoiles de troisième et quatrième grandeurs, — sauf la troisième, Alpha, surnom-

mée la Perle, et qui est de deuxième grandeur. C'est la Couronne boréale. Elle est très facile à reconnaître (*fig. 8*).

En menant une ligne de l'Étoile Polaire à Arcturus, on forme la base d'un triangle équilatéral dont le sommet, situé à l'opposé de la Grande Ourse, est occupé par *Véga*, ou Alpha de

Fig. 9. — Le Cygne, Véga, l'Aigle.

la Lyre, splendide diamant, d'une pureté idéale, qui scintille au fond de l'éther. Cette magnifique étoile, de première grandeur, est la plus lumineuse de notre ciel boréal, avec Arcturus et Capella.

Elle brille d'une lumière blanche, dans le voisinage de la Voie lactée, non loin d'une constellation très facile à reconnaître par la disposition de ses principales étoiles qui dessinent une croix et que l'on nomme le Cygne ou la Croix du Cygne (*fig. 9*), très facile à trouver par le carré

de Pégase et la Voie lactée. Cette figure, dont les composantes (de troisième et quatrième grandeurs) tranchent, par leur éclat, sur la blancheur de la Voie lactée, renferme à son extrémité, ou au pied de la Croix, une ravissante étoile double : β ou Albiréo. L'étoile Alpha du Cygne s'appelle aussi Deneb. C'est dans cette constellation que se trouve la première étoile dont la distance ait pu être calculée. Cette petite étoile, de cinquième grandeur, qui plane à 69 trillions de kilomètres de notre Terre, est la plus proche de toutes celles de notre ciel de France.

Non loin de là, on admire encore l'Aigle, qui étend ses ailes dans la Voie lactée, et dont l'étoile *Altaïr,* Alpha, de première grandeur, se trouve entre ses deux satellites : Bêta et Gamma.

La constellation d'Hercule, vers laquelle le mouvement du Soleil nous emporte, est voisine de la Lyre. On reconnaîtra ses principales étoiles à l'intérieur du triangle formé par l'Étoile Polaire, Arcturus et Véga.

Les petites figures qui précèdent suffisent pratiquement pour trouver ces étoiles de notre ciel boréal. Mais il sera utile de les compléter par la carte (*fig. 10*), qui les réunit et nous montre le ciel d'une belle soirée d'été pour nos latitudes, y compris le Sud, avec lequel nous allons faire connaissance. Le centre de la carte représente

le point au-dessus de nos têtes : le zénith ; le tour représente l'horizon. Tout cela tourne

Fig. 10. — Carte du ciel d'une belle soirée d'été.

lentement autour du pôle, voisin de l'Étoile Polaire.

Les constellations que nous venons de décrire appartiennent toutes à l'hémisphère boréal. Les plus voisines du pôle ont reçu le nom de circom-

polaires. On les voit tourner en vingt-quatre heures autour du pôle.

*
* *

Maintenant que nous connaissons notre ciel boréal, nous allons nous rapprocher, en quelque sorte, de notre Soleil resté loin derrière nous. La Terre tourne autour de lui en un an, et il en résulte qu'il *paraît* tourner autour de nous en suivant un grand cercle de la sphère céleste. Chaque année, aux mêmes époques, il passe aux mêmes points du ciel, devant les mêmes constellations rendues invisibles par sa lumière. Nous savons que les étoiles demeurent perpétuellement autour de la Terre, à toutes les distances, et que, si nous ne les voyons pas à midi comme à minuit, c'est tout simplement parce qu'elles sont effacées par la lumière éblouissante de l'astre du jour éclairant notre atmosphère. A l'aide d'une lunette on peut toujours voir les plus brillantes.

Le **Zodiaque** est la zone d'étoiles que le soleil traverse pendant le cours de l'année. Ce mot est tiré du grec, Zodiakos, qui signifie « animal », et cette étymologie vient de ce que la plupart des figures tracées sur cette bande d'étoiles représentent des animaux. Cette bande est partagée

en douze parties que l'on a nommées les douze signes du Zodiaque, appelés aussi, par les anciens, les « Maisons du Soleil », parce que le soleil en visite une chaque mois.

Voici ces signes, avec les distinctions primitives qui les caractérisent :

Le Bélier ♈, le Taureau ♉, les Gémeaux ♊, le Cancer ♋, le Lion ♌, la Vierge ♍, la Balance ♎, le Scorpion ♏, le Sagittaire ♐, le Capricorne ♑, le Verseau ♒ et les Poissons ♓. Le signe ♈ représente les cornes du Bélier, ♉ la tête du Taureau, etc.

Vous allez, si vous le voulez bien, me suivre dans les Maisons du Soleil, que vous retrouverez ensuite facilement, si les principales étoiles du ciel boréal sont bien présentes à votre esprit. D'abord, nous voyons le Bélier, premier signe du Zodiaque, parce que, à l'époque où notre Zodiaque actuel fut dessiné, le soleil entrait dans ce signe à l'équinoxe du printemps, et que l'équateur y croisait l'écliptique. Cette constellation, dans laquelle brillent principalement les cornes du Bélier (étoiles de troisième grandeur) est située entre Andromède et les Pléiades. Le Bélier était, il y a deux mille ans, considéré comme le symbole du printemps ; mais en vertu du mouvement séculaire de la précession des équinoxes, le soleil n'est plus là le 21 mars : il est dans les Poissons.

A gauche ou à l'Est du Bélier, nous trouvons le Taureau, dont la tête forme un triangle où brille *Aldébaran*, Alpha, de première grandeur, magnifique étoile rouge qui marque l'œil droit, et les Hyades, pâles et tremblantes, qui scintillent sur le front. Comme nous l'avons vu tout à l'heure, c'est sur l'épaule du Taureau que se voilent les Pléiades, timides et frémissantes, ravissant amas où l'on compte six étoilés à l'œil nu, mais où le télescope en découvre plusieurs centaines.

Les Gémeaux viennent ensuite. Ils sont faciles à reconnaître par les deux belles étoiles, Alpha et Bêta, de première grandeur, qui forment leurs têtes, et qui immortalisent dans les cieux *Castor* et *Pollux*, fils de Jupiter, célèbres par leur amitié indissoluble.

L'Écrevisse ou le Cancer est le signe le moins important du Zodiaque ; il ne se distingue que par cinq étoiles de quatrième à cinquième grandeur situées au bas de la ligne de Castor et Pollux, et par un amas pâle appelé la Crèche.

Le Lion s'avance, majestueux et superbe. Son cœur est marqué par une très brillante étoile de première grandeur, Alpha, que l'on nomme *Régulus*. Cette figure dessine, sur la sphère céleste, un grand trapèze de quatre étoiles.

La Vierge nous présente une étoile splendide de première grandeur : c'est l'*Épi* de la Vierge qui

forme, avec Régulus et Arcturus, un triangle dont l'alignement peut servir à faire retrouver cette étoile.

La Balance suit la Vierge. Ses plateaux, marqués par deux étoiles de deuxième grandeur, sont situés un peu à l'Est de l'Épi.

Nous arrivons à la huitième constellation zodiacale, qui est aussi une des plus belles de cette bande d'étoiles. *Antarès*, étoile rouge de première grandeur, occupe le cœur de cet animal venimeux et maudit. Elle se trouve sur le prolongement de la ligne qui joindrait Régulus à l'Épi, et forme, avec Véga de la Lyre et Arcturus du Bouvier, un grand triangle isocèle dont cette dernière étoile est le sommet.

Le Scorpion, considéré comme signe de malheur, a porté préjudice au Sagittaire, qui le suit, et qui trace, dans le ciel, un trapèze oblique un peu à l'Est d'Antarès. Ces deux constellations, très australes, ne s'élèvent jamais beaucoup au-dessus de l'horizon de Paris. Dans la fable, le Sagittaire est Chiron, le précepteur de Jason, d'Achille et d'Esculape.

Le Capricorne se trouve au Sud d'Altaïr, sur le prolongement de la ligne qui va de la Lyre à l'Aigle. Il ne se distingue guère que par les étoiles Alpha et Bêta, de troisième grandeur, qui scintillent sur son front.

Le Verseau roule ses eaux vers l'horizon. Il

Fig. 11. — Les constellations du Zodiaque.
L'été et l'automne : Capricorne, Sagittaire, Scorpion, Balance, Vierge, Lion.

Fig. 12. — Les constellations du Zodiaque.
L'hiver et le printemps : Cancer, Gémeaux, Taureau, Bélier, Poissons, Verseau.

n'est pas riche en étoiles, et l'on ne remarque que ses trois étoiles tertiaires qui forment un triangle très aplati.

Enfin, les Poissons, dernier signe du Zodiaque, se trouvent au Sud d'Andromède et de Pégase. Excepté Alpha, de troisième grandeur, cette constellation ne se compose que de petites étoiles à peine visibles.

Ces douze constellations zodiacales seront reconnues par nos lectrices à l'examen de la carte qui les représente (*fig. 11-12*) avec le tracé des figures mythologiques.

Il nous reste, maintenant, à visiter les étoiles du ciel austral, dont quelques-unes méritent aussi notre attention et notre admiration.

*
* *

Remarquons, avant d'aller plus loin, que les étoiles du Zodiaque et les constellations du Sud ne sont pas, comme les circompolaires, perpétuellement visibles à n'importe quel moment de l'année. Leur visibilité dépend de l'époque de l'année et de l'heure de la nuit (*).

* On trouvera facilement toutes les étoiles visibles à une heure quelconque de l'année, à l'aide de notre *Planisphère mobile*.

Pour admirer les belles constellations du Nord, décrites précédemment, il nous a suffi d'ouvrir notre fenêtre pendant une douce et pure soirée d'été, ou bien de faire le tour de notre jardin, mystérieusement éclairé par la lumière lointaine de ces inaccessibles soleils, et d'élever notre regard vers ces champs immenses où chaque étoile est comme la tête d'un épi céleste.

Mais l'été est passé... Voici l'automne, puis, bientôt, l'hiver de frimas revêtu. Les jours deviennent froids, courts, sombres et tristes; mais, par compensation, la nuit, beaucoup plus longue, se pare de ses plus beaux joyaux et offre à notre admiration la contemplation de ses richesses inépuisables.

Saluons, tout d'abord, le magnifique Orion, la plus splendide des constellations : il s'avance, géant colossal, levant sa massue vers le front du Taureau.

Il paraît vers minuit en novembre, dans le ciel du Sud-Est; vers onze heures en décembre et janvier, en plein Sud; vers dix heures en février, dans le ciel du Sud-Ouest; vers neuf heures en mars, et vers huit heures en avril, à l'Ouest, puis descend au-dessous de notre horizon.

C'est, sans contredit, la plus belle figure du ciel et, avec la Grande Ourse, la plus antique de l'histoire, la première qui ait été remarquée : on les retrouve toutes deux dans les anciens textes

de la Chine, de la Chaldée et de l'Égypte.

Huit étoiles principales dessinent ses contours dans le ciel ; on en remarque deux de première grandeur, cinq de deuxième et une de troisième (*fig. 13*). Les plus brillantes sont *Betelgeuse* (α) et *Rigel* (β) : la première marque l'épaule droite du colosse qui nous regarde, la seconde marque le pied gauche. L'étoile de l'épaule gauche est γ ou *Bellatrix*, de deuxième grandeur ; celle du pied droit est κ, presque de troisième. Trois étoiles de deuxième grandeur, obliquement alignées à distance égale l'une de l'autre, et dont la première, la plus élevée, marque la position de la ligne de l'équateur, esquissent son ceinturon ou son baudrier. Ces étoiles, surnommées les *Trois-Rois*, et que les paysans appellent aussi le Râteau, aideront beaucoup à reconnaître cette belle constellation.

Un peu au-dessous de la deuxième étoile du Baudrier, on distingue, à l'œil nu, une large tache blanche, comme une petite bande de brouillard, dont la dimension apparente est égale à celle du disque lunaire : c'est la Nébuleuse d'Orion, une des plus magnifiques du ciel entier. Elle a été découverte, en 1656, par Huygens, qui compta douze étoiles dans ce nuage pâle. Depuis cette époque, elle est constamment étudiée, photographiée, par ses nombreux admirateurs, et, aujourd'hui, l'œil géant du télescope découvre là une

multitude innombrable de petites étoiles révélant, dans cette région, l'existence de tout un univers.

Orion n'est pas seulement la plus imposante des figures du ciel ; il est aussi la plus riche en

Fig. 13. — Orion et son entourage céleste.

curiosités et en merveilles sidérales. On y découvre, entre autres, le plus complexe de tous les systèmes multiples que l'on connaisse. C'est celui de l'étoile Thêta, qui se trouve dans la célèbre

nébuleuse dont nous venons de parler. Cette extraordinaire étoile, vue dans un puissant téles-cope, se décompose en six soleils formant un groupe stellaire tout à fait merveilleux.

Cette contrée est, d'ailleurs, la plus fertile de tout le firmament.

Nous n'attendrons pas davantage pour rendre hommage à l'étoile la plus brillante du ciel, au magnifique *Sirius*, qui scintille au-dessous d'Orion, à gauche ; il nous revient chaque année, vers la fin de novembre. Cette merveilleuse étoile, d'un éclat éblouissant, est la première, α, de la constellation du Grand Chien, qui forme un quadrilatère dont la base est adjacente à un triangle couché sur l'horizon.

Lorsque les astronomes essayèrent de rechercher la distance des étoiles, Sirius, qui frappe tous les regards de ses feux ardents, attira particulièrement leur attention. Après de longues études, on parvint à déterminer cette distance, qui est de 83 trillions de kilomètres (en nombre rond). La lumière, qui vole dans l'espace à raison de trois cent mille kilomètres par seconde, n'emploie pas moins de huit ans dix mois à nous venir de ce soleil — l'un de nos voisins, pourtant.

Le Petit Chien, où brille *Procyon*, α, de première grandeur, se trouve au-dessus de son aîné. Excepté Alpha, il ne contient aucune étoile brillante.

Enfin, vers l'horizon Sud, nous devons encore signaler l'Hydre, l'Eridan, la Baleine, le Poisson

Fig. 14. — Le ciel étoilé pendant les soirées de janvier.

austral, le Navire et le Centaure. Cette dernière constellation, invisible de nos latitudes, renferme l'étoile la plus rapprochée de la Terre, Alpha,

de première grandeur, dont la distance est de 40 trillions de kilomètres.

Fig. 15. — Le ciel étoilé pendant les soirées d'avril.

Les pieds du Centaure touchent la Croix du Sud, toujours invisible pour nous, et, un peu plus loin, le pôle austral règne au-dessus

du désert glacé des régions antarctiques.

Pour compléter les descriptions qui précèdent,

Fig. 16. — Le ciel étoilé pendant les soirées de juillet.

nous avons ajouté ici quatre cartes représentant l'aspect du ciel étoilé pendant les soirées d'hiver, de printemps, d'été et d'automne. Pour s'en servir

il faut les supposer placées *au-dessus de nos têtes*, le centre marquant le zénith et le ciel descen-

Fig. 17. — Le ciel étoilé pendant les soirées d'octobre.

dant tout autour jusqu'à l'horizon. *L'horizon forme donc le tour de ces panoramas.* En tournant la carte n'importe dans quel sens et en la regar-

dant soit au nord, soit au sud, soit à l'est, soit à l'ouest, on trouve toutes les étoiles principales. La première de ces cartes (*fig. 14*) représente le ciel de l'hiver (janvier) à 8 heures du soir; la seconde celui du printemps (avril), à 9 heures du soir; la troisième le ciel d'été (juillet), à la même heure, et la quatrième, le ciel d'automne (octobre) à la même heure.

*
* *

Nous venons de faire, à peu de frais, le plus grand et le plus beau des voyages que l'on puisse rêver. Et, maintenant, nous possédons une nouvelle patrie, ou, pour mieux dire, nous avons appris à connaître notre vraie patrie, car, la Terre étant une planète, ne sommes-nous pas tous citoyens du Ciel avant d'appartenir à telle ou telle nation de notre monde lilliputien?

Ce splendide spectacle du Ciel, nous allons, maintenant, l'étudier en détail.

TROISIEME LEÇON

LES ÉTOILES, SOLEILS DE L'INFINI

VOYAGE DANS L'IMMENSITÉ

La description sommaire qui vient de déployer devant nos yeux le panorama des constellations nous a montré qu'il existe une grande diversité dans l'éclat des étoiles, et que, tandis que certains astres éblouissent notre regard de leurs feux ardents, d'autres, au contraire, scintillent timidement au fond de l'azur foncé de la nuit, et se laissent à peine deviner à l'œil scrutateur, sondant les profondeurs de l'immensité.

Nous avons même ajouté le mot « grandeur » après le nom de certaines étoiles, et mes lectrices ont pu croire que cette indication était en rapport avec le volume des astres. Il n'en est rien.

Pour faciliter l'observation des étoiles d'éclat différent, on les a classées par ordre ou grandeur, selon leur éclat apparent, et les dimensions de

ces lointains soleils nous étant presque tout à fait inconnues, on a tout naturellement noté de première grandeur les astres les plus étincelants; de seconde, ceux qui brillent un peu moins, et ainsi de suite. Mais, en réalité, ce mot « grandeur » est tout à fait impropre, car il n'a aucun rapport avec le volume des étoiles, ainsi divisées à une époque où l'on s'imaginait que les plus grosses étaient les plus brillantes. Il indique simplement l'éclat apparent d'une étoile, l'éclat réel dépendant à la fois de ses dimensions, de sa lumière intrinsèque et de sa distance.

Donc, il est bien entendu que, lorsque nous parlons de la grandeur d'une étoile, nous n'avons en vue que son éclat apparent.

Et, maintenant, comparons un peu entre eux les différents ordres. Dans toute l'étendue du firmament, on ne remarque que dix-neuf étoiles de première grandeur. En vérité, la dernière de cette série pourrait aussi bien être notée de deuxième grandeur, de même que la première de la seconde série pourrait être ajoutée à la liste des étoiles de premier ordre. Mais, si l'on veut établir des classes distinctes les unes des autres, il faut adopter une limite, et l'on est convenu d'arrêter la première série aux étoiles suivantes, qui sont les plus brillantes du ciel entier, et que nous incrirons par ordre d'éclat décroissant :

Étoiles de la première grandeur.

1. Sirius, ou Alpha du Grand Chien.
2. Canopus, ou Alpha du Navire.
3. Capella, ou Alpha du Cocher.
4. Arcturus, ou Alpha du Bouvier.
5. Véga, ou Alpha de la Lyre.
6. Proxima, ou Alpha du Centaure.
7. Rigel, ou Bêta d'Orion.
8. Achernar, ou Alpha de l'Eridan.
9. Procyon, ou Alpha du Petit Chien.
10. Bêta du Centaure.
11. Bételgeuse, ou Alpha d'Orion.
12. Altaïr, ou Alpha de l'Aigle.
13. Alpha de la Croix-du-Sud.
14. Aldebaran, ou Alpha du Taureau.
15. L'Épi, ou Alpha de la Vierge.
16. Antarès, ou Alpha du Scorpion.
17. Pollux, ou Bêta des Gémeaux.
18. Régulus, ou Alpha du Lion.
19. Fomalhaut, ou Alpha du Poisson austral.

Viennent, ensuite, les étoiles de la deuxième grandeur, qui sont au nombre de 59. Les étoiles du Chariot (à l'exception de Delta, qui est de troisième), la Polaire, les principales d'Orion (après Rigel et Bételgeuse), du Lion, de Pégase, d'Andromède, de Cassiopée, sont de cette grandeur. Ce sont elles, avec les premières, qui dessinent à nos yeux la forme essentielle des constellations. Viennent, ensuite, la troisième, la quatrième grandeur, etc.

L'ensemble de ces séries est représenté, dans le tableau suivant, jusqu'à la sixième grandeur, qui est la limite de visibilité pour l'œil humain laissé à sa seule puissance :

19	étoiles de	1re	grandeur.
59	—	2me	—
182	—	3me	—
530	—	4me	—
1.600	—	5me	—
4.800	—	6me	—

Soit un total de sept mille étoiles environ, visibles à l'œil nu. Nos lectrices pourront remarquer que chaque série est à peu près trois fois plus peuplée que la série précédente, et que, par conséquent, en multipliant par trois le nombre de telle ou telle classe, on a approximativement le nombre des étoiles qui composent la suivante.

Sept mille étoiles, c'est déjà un beau chiffre lorsque l'on songe que tous ces points lumineux sont des soleils énormes aussi puissants, aussi ardents que le nôtre (lequel est plus d'un million de fois supérieur à la Terre en volume), lointains foyers de lumière et de chaleur, exerçant leur action sur des systèmes inconnus. Pourtant, on s'imagine, en général, voir des millions d'étoiles dans les profondeurs du firmament : c'est une illusion ; en réalité, les meilleures vues ne distinguent pas d'étoiles inférieures à la sixième gran-

deur, et les vues ordinaires sont loin de les découvrir toutes.

Notons que sept mille étoiles pour le ciel entier, ce n'est que trois mille cinq cents pour la moitié du ciel. Or, nous ne pouvons voir qu'un hémisphère céleste à la fois. De plus, vers l'horizon, les brumes de l'atmosphère voilent les petites étoiles de la sixième grandeur. En réalité, nous ne voyons pas, en un moment quelconque, plus de trois mille étoiles. Ce nombre est inférieur à celui de la population d'une petite ville.

*
* *

Mais l'espace céleste est sans bornes, et il ne faudrait pas nous imaginer que ces sept mille étoiles, qui charment notre contemplation et embellissent notre ciel, et sans lesquelles nos nuits seraient noires vides et lugubres (*), renferment la création entière. Elles ne représentent que le vestibule du temple. Là où s'arrête notre regard, un œil plus large, plus puissant, qui grandit de siècle en siècle, plonge dans les immensités son

* Remarquons, en passant, que les étoiles pourraient être beaucoup plus éloignées qu'elles ne le sont, et invisibles pour nos yeux, ce qui donnerait au ciel l'aspect d'un espace absolument vide. La lune et les planètes resteraient seules.

regard analysateur et rapporte, à l'avide curiosité des savants, la lumière d'innombrables soleils découverts par lui. Cet œil, c'est la lentille des instruments d'optique. Les jumelles de théâtre nous révèlent déjà les étoiles de septième grandeur. Une petite lunette astronomique pénètre jusqu'à la huitième et la neuvième. Des instruments plus puissants atteignent la dixième. Progressivement, devant les yeux de l'astronome, le ciel se transforme, et nous ne tardons pas à compter par centaines de mille les astres de la nuit. Puis, le progrès continue encore, le pouvoir de l'optique se développe, et l'on découvre successivement les étoiles de la onzième et de la douzième grandeur qui, réunies, atteignent quatre millions! Ensuite viennent la treizième, la quatorzième, la quinzième grandeur. En voici la progression :

7me	grandeur.	13.000
8me	—	40.000
9me	—	120.000
10me	—	380.000
11me	—	1.000.000
12me	—	3.000.000
13me	—	9.000.000
14me	—	27.000.000
15me	—	80.000.000

On le voit, les plus puissants télescopes de nos jours, auxquels s'ajoute maintenant la photogra-

phie céleste, jettent, sous nos yeux, un ruissellement de plus de cent vingt millions d'étoiles.

La carte photographique du Ciel, en cours d'exécution, comprend les quatorze premières grandeurs et donnera les positions précises de quarante millions d'étoiles environ, réparties sur 22,054 feuilles, formant une sphère de $3^m,44$ de rayon.

L'imagination la plus hardie est anéantie par ces nombres, et ne peut se représenter ces millions de soleils, globes formidables et brûlants qui roulent dans l'espace, en entraînant leurs systèmes de mondes ! Quelle fournaise que le Ciel ! Quelle vie inconnue ! Quelle immensité !

Mais, aussi, quelle ne doit pas être l'étendue des distances qui séparent les étoiles et leur permettent d'évoluer librement dans l'éther !

A quelles profondeurs, à quel éloignement de notre atome terrestre ces soleils magnifiques et éclatants suivent-ils les routes que le destin leur a tracées ?

*
* *

Si toutes les étoiles avaient une lumière égale, on pourrait calculer leurs distances en se basant sur ce principe — qu'un objet paraît d'autant plus petit qu'il est plus éloigné. Mais cette égalité

n'existe pas. Les soleils n'ont pas tous été fondus dans le même moule.

En réalité, les étoiles sont très différentes de volume et d'éclat, et les distances que l'on a mesurées montrent que les plus brillantes ne sont pas les plus proches. Elles sont disséminées dans l'immensité, à toutes les profondeurs.

Parmi les étoiles les plus rapprochées, dont la distance a pu être calculée, on en remarque de quatrième, de cinquième, de sixième, de septième, de huitième et même de neuvième grandeurs, ce qui prouve que les plus éclatantes ne sont pas toujours les moins éloignées.

Cependant, parmi les belles et étincelantes étoiles dont nous avons fait la connaissance au chapitre précédent, nous pouvons citer : Sirius, qui, à une distance de 83 trillions de kilomètres d'ici, nous éblouit encore de ses feux ardents ; Procyon, ou Alpha du Petit Chien, éloignée de nous à 93 trillions de kilomètres ; Altaïr de l'Aigle, à 134 trillions de kilomètres ; la blanche Véga, à 237 trillions de kilomètres ; Capella, à 385, et l'Étoile Polaire à 440 trillions de kilomètres. La lumière qui vole dans l'espace à raison de trois cent mille kilomètres par seconde, emploie quarante-six ans sept mois à nous venir de ce lointain soleil, c'est-à-dire que le rayon lumineux que nous recevons à présent de l'Étoile du Nord, voyage depuis près d'un demi-siècle !

Longtemps avant votre naissance, mademoiselle, le rayon que vous recevez aujourd'hui de l'Étoile Polaire était déjà parti. Dans la première seconde qui a suivi son départ, il a franchi trois cent mille kilomètres; dans la deuxième seconde, il a continué son vol de trois cent mille kilomètres, ce qui fait déjà six cent mille kilomètres; puis, ajoutez encore trois cent mille kilomètres pendant la troisième seconde, et ainsi de suite pendant plus de quarante-six ans et demi!

Si l'on voulait essayer d'aligner en rangées superposées le nombre 300,000 (qui représente le trajet accompli en une seconde) comme pour une addition, autant de fois qu'il serait nécessaire pour obtenir la distance qui sépare l'Étoile Polaire de notre Terre, on formerait ainsi une opération qui comprendrait un milliard quatre cent soixante-six millions six cent soixante-six mille six cent soixante-six rangs de chiffres : 1,466,666,666 rangs, et la feuille de papier nécessaire pour écrire une telle addition devrait mesurer presque autant que le diamètre de notre globe terrestre, lequel est de 12,742 kilomètres.

N'est-il pas inouï de penser que notre Soleil, avec tout son système, est perdu dans le ciel à un tel éloignement de ses pairs de l'infini? A la distance des étoiles les moins éloignées, il ne serait lui-même qu'une petite étoile.

*
* *

L'étoile la plus proche de nous est Alpha de la constellation du Centaure, de première grandeur, voisine du pôle Sud, invisible de nos latitudes. Sa distance est de 275,000 rayons de l'orbite terrestre, c'est-à-dire de 275,000 fois 149 millions de kilomètres, ce qui donne 41 *trillions*, ou 41 mille milliards de kilomètres. Avec la vitesse de trois cent mille kilomètres par seconde, la lumière emploie quatre ans pour venir de là. C'est une belle étoile double.

L'étoile la plus proche visible à l'œil nu dans notre ciel, est l'éclatant Sirius, dont la distance est, comme nous l'avons dit plus haut, de 83 trillions de kilomètres.

Les belles étoiles Procyon, Altaïr, Véga, Aldébaran, Capella, sont plus éloignées.

Notre système solaire est donc très isolé au sein de l'immensité infinie.

La dernière planète connue de notre système, Neptune, évolue dans l'espace à quatre milliards quatre cent soixante-dix millions de kilomètres de notre Soleil. Cette distance est déjà respectable ! Mais, au delà de ce monde, un gouffre immense, un abîme presque désert, s'étend jusqu'à l'étoile la plus proche, jusqu'à Alpha du

Centaure. Entre Neptune et Alpha du Centaure, aucune étoile n'égaie la noire et froide solitude du vide immense. Une ou deux planètes inconnues, de vagabondes comètes, des essaims de météores, traversent, sans doute, ces espaces obscurs, en restant invisibles pour nous.

Nous exposerons, plus loin, les méthodes que l'on a employées pour mesurer toutes ces distances. Continuons notre description.

*
* *

Maintenant que nous nous formons une idée de la distance des étoiles, nous allons, avec l'aide du télescope, nous rapprocher d'elles, et les comparer les unes aux autres.

Approchons-nous de Sirius, par exemple: nous admirerons là un soleil plus lourd que le nôtre, plus volumineux aussi, accompagné d'un second soleil, tournant en cinquante ans, autour de lui. Sa lumière est très blanche, et il brille surtout des flammes del'hydrogène, comme Vé ga, comme Altaïr.

Approchons-nous d'Arcturus, de Capella, d'Aldébaran : ce sont des étoiles jaunes, aux rayons d'or, comme notre Soleil, dans lesquelles on remarque les vapeurs du fer, du sodium et d'un grand nombre de métaux. Ces étoiles sont moins chaudes que les premières, et les rougeâtres,

comme Antarès, Bételgeuse, Alpha d'Hercule, sont encore plus froides; plusieurs sont variables et marchent vers l'extinction finale.

Le Ciel nous offre une source intarissable de trésors où le penseur, le poète et l'artiste peuvent trouver d'inénarrables contemplations !

Ce qui frappe le plus, c'est la variété inimaginable qui émaille cette population des cieux, non seulement par les couleurs, les caractères chimiques, physiques et les températures, suivant le degré d'évolution et l'âge, mais encore par les dimensions. La nouvelle méthode interférométrique permet de mesurer le diamètre des étoiles qui se présentent dans les plus grands télescopes sans aucun disque apparent, et nous montre en certains de ces points stellaires des foyers de cent à quatre cents fois plus larges en diamètre, que notre propre Soleil. Tel paraît être le cas de Bételgeuse, Antarès, Arcturus et Aldébaran.

Nous avons déjà parlé des joyaux célestes, des diamants, des rubis, des émeraudes, des saphirs, des topazes, des pierres précieuses de l'écrin sidéral. Ces merveilles se rencontrent surtout parmi les étoiles doubles.

Notre Soleil, blanc et solitaire, ne peut nous donner aucune idée de l'aspect véritable de certains de ses frères de l'immensité ! Autant de soleils, autant de types différents.

— Il en est, pensez-vous, des étoiles comme

des femmes : chacune est caractérisée par des qualités distinctes ; on n'en trouverait pas deux qui fussent absolument semblables.

Oui. Cette réflexion est applicable aux étoiles. Tandis que la vanité humaine salue Phébus et le sacre roi des Cieux, d'autres soleils, plus magnifiques, formant des groupes de deux ou trois astres splendides, roulent dans l'espace la prodigieuse combinaison de leurs systèmes doubles, triples ou multiples, et versent, sur les mondes qui les accompagnent, des flots de lumière diversifiée, tantôt bleue, tantôt rouge, tantôt violette, etc...

Oui, dans l'inépuisable variété de la création, il existe des soleils réunis par couples, unis par une même destinée, bercés par la même attraction et souvent colorés des tons les plus délicieux, les plus ravissants que l'on puisse rêver. Là, un rubis éblouissant, dont l'ardente couleur semble verser la joie ; ici, un saphir bleu foncé, d'une lueur plus tranquille ; ailleurs, la plus belle des émeraudes, symbole de l'espérance. Des diamants, d'une blancheur et d'une pureté translucides, jaillissent des profondeurs et rayonnent leur pénétrant éclat dans l'espace immense.

Que de splendeurs répandues à profusion dans le ciel ! Quelles richesses !

A l'œil nu, ces groupes nous apparaissent, comme les étoiles ordinaires, de simples points

lumineux plus ou moins éclatants ; mais le télescope nous révèle bientôt la beauté de ces systèmes : l'étoile se dédouble en deux soleils distincts, très rapprochés l'un de l'autre. Ces groupes de deux ou plusieurs soleils ne sont pas seulement formés par un effet de perspective, c'est-à-dire par la présence de deux ou plusieurs étoiles dans le plan de notre rayon visuel ; ils constituent, pour la plupart, de véritables systèmes physiques, et ces soleils, associés dans leur destinée commune, tournent l'un autour de l'autre dans une période plus ou moins rapide qui varie pour chaque système.

L'une des plus splendides étoiles doubles, et, en même temps, l'une des plus faciles à observer, est l'étoile Zêta de la Grande Ourse, ou Mizar, dont nous avons déjà parlé en décrivant cette constellation. Elle n'offre pas de couleurs de contraste, mais ce sont vraiment là deux *diamants admirables* que vous ne vous lasserez pas de contempler, même à l'aide d'une toute petite lunette (*).

Les composantes sont de deuxième et quatrième grandeurs, et leur écartement est de 14'' (**). On aura une idée de leur aspect dans

* Par exemple dans la petite lunette signalée à la fin de cet Ouvrage.

** 14 secondes d'arc. — Une seconde d'arc est une quantité extrêmement petite. C'est 1 millimètre vu à 206 mètres. 10 secondes, c'est 1 millimètre éloigné à $20^{m},62$. Ce sont là des valeurs invisibles à l'œil nu.

une petite lunette, par la figure ci-dessous.

Un autre couple, très brillant aussi, est celui de Castor. Grandeurs : deuxième et troisième. Écartement : 5"6. Bien facile à observer.

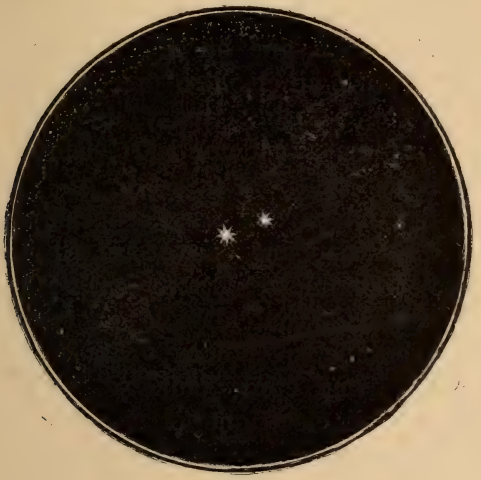


Fig. 18. — L'étoile double MIZAR.

Un autre encore est celui de Gamma de la Vierge : deux diamants splendides, troisièmes grandeurs. Ecartement : 5"0.

Et aussi Gamma du Bélier, de quatrièmes grandeurs. Écartement : 8"9.

En voici, maintenant, de plus curieux encore par leur coloration :

Gamma d'Andromède, composée d'une belle étoile couleur orange et d'une verte émeraude qui a elle-même un petit compagnon bleu très foncé. Ce groupe, vu dans une bonne lunette, est tout à fait ravissant. Grandeurs : deuxième et cinquième. Écartement : 10".

Voici Bêta du Cygne ou *Albireo*, dont nous avons déjà parlé au chapitre précédent, et que l'on dédouble en deux astres : l'un jaune d'or, et l'autre saphir. Grandeurs : troisième et cinquième. Écartement : 34".

Alpha des Chiens de Chasse, appelée aussi le Cœur de Charles, jaune d'or et lilas. Grandeurs : troisième et cinquième. Écartement : 20" (*).

Alpha d'Hercule roule dans les cieux un rubis et une émeraude splendides ; Zêta de la Lyre nous montre une étoile jaune et une verte ; Rigel, un soleil électrique et un petit saphir ; Antarès : rougeâtre et vert émeraude. L'étoile Êta de Persée se dédouble en un astre rouge ardent et un plus petit bleu sombre, etc., etc.

*
* *

Ces charmantes étoiles doubles, couples gracieux et splendides, tournent les unes autour

* Ces belles étoiles doubles peuvent être observées à l'aide des plus petites lunettes. Voir mon *Annuaire astronomique*.

des autres, comme en une valse lente au sein de l'immensité étoilée, mariant leurs feux multicolores.

Ici, nous recevons continuellement, de notre ardent foyer, une belle et éclatante lumière blanche, qui renferme, il est vrai, dans son rayon, la puissance de toutes les couleurs imaginables ; mais, quelle ne doit pas être l'illumination fantastique des mondes qui gravitent autour de ces soleils multiples et colorés versant autour d'eux des flots de lumière bleue, rose, rouge ou orangée ! Quels spectacles féeriques doit offrir la vie sur ces terres lointaines !

Imaginons-nous habiter une planète éclairée par deux soleils : l'un bleu, l'autre rouge.

C'est le matin. Le soleil saphir monte lentement dans le ciel, colorant l'atmosphère d'une teinte sombre et plutôt triste. Le disque bleu atteint le zénith et va descendre vers l'Ouest, lorsque l'Orient s'embrase des feux d'un soleil écarlate qui, lui aussi, monte à son tour dans les hauteurs du firmament. L'Occident est plongé dans la pénombre des rayons du soleil bleu, tandis que l'Orient s'allume aux rayons pourpres et ardents du soleil rubis.

Le premier soleil disparaît au couchant, lorsqu'un nouveau midi luit pour les habitants de ce monde étrange. Mais le soleil rouge a accompli, lui aussi, la loi du destin. A peine disparaît-il

dans le flamboiement de ses derniers rayons qui rougissent l'Occident, que l'astre bleu renaît au côté opposé, versant de pâles lueurs azurées sur les mondes qu'il vivifie, et qui ne connaissent pas la nuit. Et c'est ainsi que ces deux soleils fraternisent dans le ciel pour s'unir dans leur œuvre et renouveler mille effets de lumière extraterrestre sur les globes soumis à la variété de leur nature.

Soleils écarlates, verts, indigos, dorés; lunes nacrées et multicolores, ne sont-ce point là des créations féeriques qui éblouissent nos regards condamnés à ne jamais voir ni connaître ici-bas qu'un unique soleil blanc?

Nous avons dit qu'il existe non seulement des étoiles doubles, mais aussi des étoiles triples et multiples.

L'un des systèmes ternaires les plus beaux est celui de l'étoile Gamma d'Andromède, dont nous avons déjà parlé, la grande étoile orange, la seconde verte et la troisième bleue; mais ces deux dernières sont très serrées l'une contre l'autre, et un puissant instrument est nécessaire pour les séparer. Une étoile triple, plus facile à observer, est ζ (Zêta) du Cancer, composée de trois astres de cinquième grandeur, écartés à 1" et 5", les deux premières tournant en cinquante-neuf ans autour de leur centre commun de gravité, et la troisième en plus de trois cents ans. La figure

suivante montre ce système vu dans une lunette déjà assez forte.

Dans la Lyre, un peu au-dessus de l'éblouissante Véga, on remarque une étoile de quatrième grandeur, ε (Epsilon), qui, à l'œil nu, semble un

Fig. 19. — L'étoile triple ς du Cancer.

peu allongée, et que certaines vues excellentes peuvent séparer en deux étoiles contiguës. Eh bien! si vous dirigez une petite lunette vers ce couple ravissant, vous découvrez que chacune de ces étoiles est double elle-même, et qu'il y a là un splendide système quadruple (*fig. 20*), deux

couples : l'un de cinquième et demie et sixième grandeurs et de 2"4 d'écartement, l'autre de sixième et septième, écartées à 3"2. La distance entre les deux couples est de 207".

En parlant d'Orion, nous avons déjà signalé

Fig. 20. — L'etoile quadruple ε de la Lyre.

l'extraordinaire étoile Thêta, située dans la non moins fameuse nébuleuse, au-dessous du Baudrier, et nous savons que cette étoile forme un système sextuple éblouissant, immergé en pleine nébuleuse (*fig. 21*). Quelle différence avec notre modeste Soleil, qui vogue isolé dans l'espace!

Remarquons, maintenant, que toutes les étoiles sont animées de mouvements prodigieux qui les projettent dans tous les sens. Il n'y a pas d'étoile fixe. Partout, dans l'infini, les soleils brûlants, globes énormes, foyers ardents de chaleur

Fig. 21. — L'étoile sextuple de la nébuleuse d'Orion.

et de vie, volent avec une rapidité vertigineuse vers un but inconnu, en parcourant des millions de kilomètres par jour, franchissant, de siècle en siècle, des étendues inimaginables que nul esprit ne saurait se représenter.

Si les étoiles nous paraissent immobiles, c'est

parce qu'elles sont très éloignées de nous et que ces mouvements inouïs ne se manifestent sur la sphère céleste que par d'imperceptibles déplacements. Mais, en réalité, tous ces soleils s'agitent au fond des cieux, qu'ils animent d'une vie extraordinairement active.

Le résultat de ces mouvements perpétuels et formidables sera de modifier, avec le temps, l'aspect des constellations; mais, ces changements ne s'opéreront que très lentement, et, pendant des milliers et des milliers d'années encore, on verra toujours les héros et les héroïnes de la mythologie conserver leurs places respectives dans le ciel, et régner sans inquiétude sous la voûte étoilée.

L'examen de ces mouvements des étoiles a montré que notre Soleil se précipite avec tout son système (la Terre comprise) vers la constellation d'Hercule. Nous changeons de place à tout instant : dans une heure, nous serons à soixante-dix mille kilomètres plus loin qu'en ce moment. Jamais plus le Soleil et la Terre ne repasseront à la place qu'ils viennent de quitter et qu'ils désertent pour toujours...

* * *

Ici, nous pourrions faire une pause et parler, un instant, des *étoiles variables*. Notre Soleil

constant et uniforme dans sa lumière, n'est pas le type de toutes les étoiles. Il en est un grand nombre de variables, soit périodiquement, par cycles réguliers, soit irrégulièrement.

Nos lectrices connaissent déjà la variabilité d'Algol, dans Persée, due à une éclipse partielle par un globe beaucoup moins lumineux gravitant dans le plan de notre rayon visuel. Il en est plusieurs autres du même type : ce ne sont pas les étoiles variables en elles-mêmes.

Mais il en est un grand nombre dont la lumière intrinsèque varie réellement.

Pour nous en rendre compte, supposons, un instant, que notre Terre appartienne à l'un de ces soleils, par exemple à une étoile de la constellation australe de la Baleine, qui est désignée sous la lettre Omicron (o) et qui a été surnommée la merveilleuse de la Baleine « Mira Ceti ». Notre nouveau Soleil brille, aujourd'hui, d'une lumière éblouissante et verse, sur la nature et dans nos cœurs, la gaieté de ses rayons joyeux. Pendant deux mois, nous l'admirons, superbe, étincelant dans l'azur illuminé de sa splendeur. Mais voilà que, tout à coup, cette lumière pâlit, diminue d'éclat, le ciel restant pur. Insensiblement, notre beau Soleil s'assombrit, l'atmosphère devient morne et triste, et l'on pourrait croire à une mort universelle. Pendant cinq mois entiers, notre monde est plongé dans une sorte de pé-

nombre; toute la nature est attristée par ce deuil général.

Mais, tandis qu'on se lamente sur la cruauté du sort, voilà que notre cher flambeau semble se ranimer : il augmente lentement d'intensité de lumière. Son éclat va croissant, et enfin, au bout de trois mois, il a retrouvé sa vivacité des beaux jours et darde ses feux ardents sur notre monde, qu'il inonde de joie... Mais, ne nous réjouissons pas trop vite! Cet éclat magnifique ne sera pas de longue durée. L'astre flamboyant pâlira de nouveau pour retomber à son minimum, et se raviver ensuite. Telle est la nature de ce soleil capricieux : il varie en 331 jours, et, de jaune qu'il est à son maximum, il devient rouge à son minimum.

Cette étoile Mira Ceti, qui est un des types les plus curieux de ce genre, varie de la deuxième à la neuvième grandeur et demie : nous la citons comme exemple; nous pourrions en ajouter ici des centaines d'autres.

On le voit, le ciel n'est pas un tableau noir piqué de points brillants, ni un désert vide, monotone et silencieux : c'est un théâtre prodigieux sur lequel se jouent constamment les plus fantastiques des spectacles. Seulement... personne ne le regarde.

Signalons aussi les étoiles *temporaires*, qui ont resplendi pendant un certain temps, pour

s'éteindre assez vite : celle de Cassiopée, en 1572, dont la lumière surpassait Sirius au point d'être visible en plein jour, qui brilla pendant cinq mois d'un éclat sans pareil, dominant tous les astres de première grandeur, puis s'évanouit graduellement et disparut au bout de dix-sept mois, après avoir effrayé les populations qui y voyaient l'annonce de la fin du monde ; celle de 1604, dans la constellation d'Ophiuchus, qui brilla pendant une année ; celle de 1866, dans la Couronne Boréale, de deuxième grandeur, qui ne brilla que quelques semaines ; celles de 1876, dans le Cygne ; de 1885, dans la nébuleuse d'Andromède ; de 1891, dans le Cocher ; de 1901, dans Persée ; de 1912, dans les Gémeaux, et plus récemment, celles de 1918, dans l'Aigle ; de 1920, dans le Cygne.

Ces étoiles temporaires, apparues spontanément aux observateurs de la Terre pour disparaître bientôt, sont dues sans doute à des rencontres, à des conflagrations, à des cataclysmes célestes. Mais nous ne les voyons que longtemps après l'époque à laquelle les phénomènes se sont produits, des années et des siècles. Ainsi, par exemple, la conflagration que j'ai photographiée, en 1901, dans Persée, a dû se produire sous le règne du roi Henri IV. Le rayon lumineux a employé tout ce temps pour arriver de là-bas jusqu'ici.

*
* *

Le Ciel est plein de surprises, que nous ne pouvons ici qu'effleurer trop rapidement. C'est un champ d'une variété infinie.

Qui n'a remarqué la Voie Lactée, cette sorte de ceinture pâle qui traverse le firmament entier (*fig. 10, 14, 15, 16, 17*), et qui est parfois si lumineuse dans les constellations du Cygne et de la Lyre, pendant les nuits les plus transparentes? C'est un véritable fourmillement d'étoiles. Chacune d'elles est trop petite pour frapper notre rétine; mais, remarque assez curieuse, leur ensemble est parfaitement visible. Une jumelle suffit pour en faire deviner la constitution étoilée; une petite lunette jette sous nos yeux des émerveillements. Les jauges de William Herschel ont compté là dix-huit millions d'étoiles.

Eh bien! cette Voie Lactée est une image, non de l'univers, mais des univers qui se succèdent dans l'immensité jusqu'à l'infini. Notre Soleil est une étoile de la Voie Lactée. Celle-ci nous entoure comme un grand cercle, et si la Terre était transparente, nous la verrions passer sous nos pieds comme au-dessus de nos têtes. Elle se compose d'une quantité considérable d'amas

d'étoiles, très variés d'étendue et de richesse, projetés les uns devant les autres, et dont l'ensemble forme une agglomération.

Parmi les amas d'étoiles, dont nous connaissons déjà plusieurs milliers, signalons ici l'un

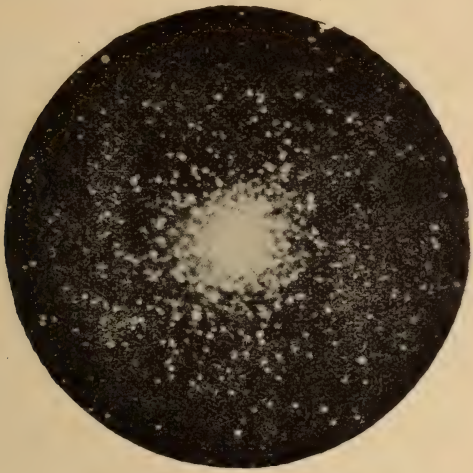


Fig. 22. — L'amas d'Hercule.

des plus curieux, l'amas d'Hercule, que l'on distingue, à l'œil nu, entre les étoiles Êta et Zêta de cette constellation. J'en ai pris, à mon observatoire de Juvisy, un grand nombre de photographies, qui montrent là plusieurs milliers d'étoiles, et j'offre ici (*fig. 22*) l'une d'elles à nos lectrices. N'est-ce pas là un véritable univers?

Remarquons aussi l'un des plus beaux, par sa régularité, celui du Centaure (*fig. 23*).

Ils affectent souvent, au télescope, les formes les plus extraordinaires, de couronnes, de pois-

Fig. 23. — L'amas du Centaure.

sons, de crabes, de gueules ouvertes, d'oiseaux aux ailes étendues.

Remarquons encore les nébuleuses gazeuses, les univers en formation, comme la fameuse nébuleuse d'Orion, dont nous avons parlé tout à l'heure, à propos de l'étoile sextuple, ainsi que celle d'Andromède (*fig. 24*).

La plus merveilleuse d'entre toutes, est peut-

Fig. 24. — La nébuleuse d'Andromède.

être celle des Chiens de Chasse, qui s'enroule en

gigantesques spirales autour d'un foyer éblouissant, pour aller se perdre dans la nuit infinie. Notre figure 25 en offre une image. Quelles immensités!

Sans aller aussi loin, sans pénétrer les profondeurs télescopiques, nos lectrices peuvent, à l'aide d'une petite lunette, d'une jumelle, ou même à l'œil nu, prendre une idée de ces associations stellaires en dirigeant leurs regards vers le charmant groupe des Pléiades, qu'elles connaissent déjà (pages 58 et 65), et en y essayant la portée de leur vue. La petite carte ci-après (*fig. 26*), servira à les reconnaître et à estimer leurs grandeurs, qui se présentent dans l'ordre suivant :

Alcyone	3,0
Électre	4,5
Atlas	4,6
Maïa	5,0
Mérope	5,5
Taygète	5,8
Pléione	6,3
Celæno	6,5
Astérope	6,8

Les bonnes vues distinguent les six premières; les vues excellentes distinguent les trois autres.

Du temps de l'antiquité grecque, on en comptait sept assez brillantes, et les poètes racontaient que la septième s'était enfuie à l'époque de la guerre de Troie. Ovide ajoute qu'elle a eu

honte de n'avoir pas été embrassée par un dieu,

Fig. 25. — La nébuleuse des Chiens de Chasse.

tandis que les six autres l'avaient été. Il est

probable que les vues excellentes seules distinguaient Pléione, comme aujourd'hui. La distance angulaire d'Atlas à Pléione est de 5'.

La longueur de cette république, d'Atlas et Pléione à Celæno, est de 4 minutes 23 secondes de temps, ou de 1° 6' d'arc; la largeur, de Mérope à Astérope, est de 36' (*). Dans le quadri-

Fig. 26. — Les Pléiades.

latère, la longueur, d'Alcyone à Électre, est de 36', et la largeur, de Mérope à Maïa, est de 25'. Il semble que si l'on plaçait la pleine lune devant ce groupe de neuf étoiles, elle le couvrirait entièrement, car elle paraît à l'œil nu beaucoup plus grande que les Pléiades tout entières. Or il n'en est rien. Elle ne mesure que 31', moins de moitié de la distance d'Atlas à Celæno; elle est à peine plus large que la dis-

* Voir plus loin, au chapitre des *Méthodes*, l'explication de ces grandeurs angulaires de degrés, minutes et secondes.

tance d'Alcyone à Atlas, et tiendrait tout entière entre Mérope et Taygète sans toucher ces deux étoiles! Il y a là une illusion d'optique constante et bien curieuse. Quand la Lune passe

Fig. 27. — Occultation des Pléiades par la Lune.

devant les Pléiades et ne les occulte que successivement, on a peine à en croire ses yeux.

C'est ce qui est arrivé entr'autres, le 23 juillet 1897, pendant une belle occultation que nous avons eu le plaisir d'observer à mon observatoire de Juvisy (*fig. 27*).

La photographie découvre là, non pas 6, 9, 12, 15 ou 20 étoiles, mais des centaines, des milliers.

Ce sont là les plus brillantes fleurs du ciel.

Nous ne pouvons ici que jeter sur elles un regard rapide; leur contemplation nous transporte dans les immensités de l'espace, et aussi

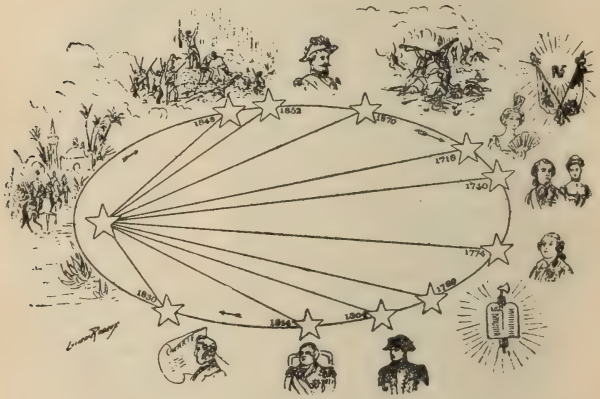


Fig. 28. — Cadran stellaire de l'étoile double γ de la Vierge.

dans les immensités du temps, car les périodes stellaires mesurées par ces lointains univers écrasent souvent par leurs grandeurs les rapides années qui mesurent nos jours terrestres. Ainsi l'une des étoiles doubles dont nous parlions tout à l'heure, Gamma de la Vierge, voit ses deux composantes, diamants translucides, tourner

autour de leur centre commun de gravité, en 180 ans. Dans une seule année de cette étoile, que d'événements se sont passés en France, par exemple : la Régence, Louis XV, Louis XVI, la Révolution, Napoléon, Louis XVIII, Louis-Philippe, la seconde République, Napoléon III, la guerre franco-allemande, la troisième République... Que de révolutions chez nous pendant une seule année de ce couple radieux !

Mais le spectacle du Ciel est trop vaste, trop prodigieux. Il faut savoir nous arrêter.

Notre Voie Lactée, avec ses millions d'étoiles, ne nous représente qu'une partie de la création. D'autres univers, aussi vastes, aussi grandioses que le nôtre, peuplent le vide sans bornes de l'infini, et se renouvellent en tous sens, à toutes les profondeurs de l'espace, à des distances sans fin. Où est notre minuscule Terre ? Où est notre système solaire ? Des immensités infinies, replions nos ailes et revenons à notre île flottante.

QUATRIEME LEÇON

NOTRE ÉTOILE LE SOLEIL

Dans l'agitation incessante de la vie quotidienne où nous entraînent les mille besoins superflus de la « civilisation » moderne, on croirait volontiers qu'une existence n'est complète que lorsqu'elle compte, à son actif, un nombre incalculable d'incidents tous plus insignifiants les uns que les autres.

A quoi bon perdre son temps à penser, à rêver ? Non, il faut vivre fiévreusement, s'agiter, s'affoler pour des riens, se créer des désirs et des tourments imaginaires.

L'esprit pensif, ami de la contemplation et admirateur de la sublime nature, se trouve mal à l'aise dans ce tourbillon perpétuel qui engloutit tout : la joie de vivre que l'on n'a pas le temps de savourer, l'amour du beau dont on se détache avec indifférence, tourbillon qui nous cache

perpétuellement la Vérité, toujours oubliée au fond de son puits.

Et pourquoi absorber ainsi sa vie dans les seuls intérêts matériels? Pour satisfaire l'orgueil et la vanité! Pour se rendre esclaves de chimères! Si la Lune était habitée, et si ses citoyens pouvaient plonger leurs regards jusqu'à nous pour noter et analyser les détails des existences humaines à la surface de notre planète, il serait curieux, et peut-être un peu humiliant pour nous, de recevoir cette petite statistique.

— Quoi, dirions-nous, c'est là le résumé de notre vie? C'est pour cela que nous luttons, souffrons et mourons? Vraiment, il n'était pas utile de se donner tant de peine!

Et, pourtant, il est une chose bien simple, à la portée de tout le monde, et à laquelle on ne pense pas, justement parce qu'elle semble trop peu compliquée, bien qu'elle ait l'immense avantage de nous éloigner des misères d'ici-bas pour nous élever vers l'ineffable bonheur que devrait toujours faire naître en nous la connaissance de la vérité : c'est d'ouvrir les yeux pour *voir*, et de regarder. Seulement... on n'y songe presque jamais, on préfère se laisser aveugler par l'illusion et la fausseté des apparences.

Que serait-ce de consacrer, chaque jour, une heure pour s'unir volontairement au chœur harmonieux de la nature, élever ses regards vers

le ciel, participer aux instructions du spectacle de l'univers ? Mais non : on n'a pas le temps, pas le temps de vivre intellectuellement, pas le temps de penser, pas le temps de s'attacher à rien, pas le temps d'aimer.

De tous les objets que présente à nos regards l'immense spectacle de la nature, aucun, sans contredit, n'a frappé l'attention et l'admiration des hommes autant que le Soleil, le dieu de la lumière, l'astre fécondateur, sans lequel notre planète et sa vie ne seraient pas sorties du néant, image visible du Dieu invisible, comme le célébraient Cicéron et les poètes de l'antiquité. Mais, chères lectrices, en dehors de vous qui lisez ces pages, combien est-il d'habitants de la Terre qui sachent que ce Soleil est une étoile de la Voie Lactée et que chaque étoile est un soleil? Combien en est-il qui se rendent compte de la réalité et de la grandeur de l'univers ? Informez-vous, et vous constaterez, comme nous le remarquions plus haut, que le nombre des personnes qui ont une notion, même très rudimentaire, de la construction de l'univers, est étrangement restreint. L'humanité est satisfaite de végéter à peu près à la façon d'une race de taupes.

Pour nous, dès maintenant, nous savons que nous vivons dans les rayons d'une étoile, que nous appelons Soleil à cause de sa proximité. Pour les habitants des autres systèmes de mondes

notre splendide Soleil n'est qu'un point lumineux plus ou moins brillant, selon que le lieu d'où on l'observe est plus ou moins éloigné. Mais, son importance « terrestre » nous le rend particulièrement cher; nous oublions toutes les étoiles ses sœurs pour lui, et même les plus ignorants le saluent avec admiration sans savoir au juste quel est son rôle dans l'univers, simplement parce qu'ils sentent qu'ils dépendent de lui, et que, sans lui, la vie s'éteindrait ici-bas. Oui, ce sont ses rayons bienfaisants qui versent, sur notre Terre, les flots de lumière et de chaleur auxquels la vie doit son existence et sa propagation perpétuelle.

Salut! vaste Soleil, petite étoile dans l'infini, mais, pour nous, gigantesque et important flambeau. Salut, ô divin bienfaiteur! Comment ne t'adorerions-nous pas quand nous te devons l'embrasement de nos chaudes et gaies journées d'été et quand, dans une douce caresse, tes rayons effleurent la tête ondulante des épis qui se dorent à ton contact? C'est toi qui soutiens notre globe dans l'espace et le retiens dans tes rayons par le mystère des liens puissants et délicats de l'attraction. C'est toi que nous respirons aussi dans les fleurs aux corolles embaumées qui élèvent gracieusement vers ta lumière leurs têtes épanouies et réfléchissent ta splendeur. C'est toi qui pétilles dans la mousse du vin joyeux; c'est

encore toi qui charmes nos regards lorsqu'aux premiers jours du printemps, tu pares le séjour de l'humanité de toutes les grâces d'une jeunesse verdoyante et fleurie. Partout, nous te retrouvons ; partout, nous reconnaissons ton œuvre, qui s'étend de l'infiniment grand à l'infiniment petit. Nous nous inclinons devant ta puissance et admirons ta grandeur. Lorsque, par les tristes soirs d'hiver, nous te voyons disparaître derrière les toits blanchis de neige, il nous semble que tu ne nous reviendras plus jamais, splendide globe de feu qui adoucis nos courtes journées de décembre de tes rayons alanguis. Mais avril te ramène, majestueux et superbe, et notre cœur se remplit d'espérance devant l'illumination des beaux jours ensoleillés...

*
* *

Notre voyage céleste nous avait transportés bien loin de notre système solaire, et, guidés par l'œil perçant du télescope, nous avons abordé des créations lointaines, si lointaines même que nous avons perdu de vue notre cher flambeau.

Cependant, nous nous souvenons qu'il brille là-bas, au sein de ce nuage cosmique, pâle et blanchâtre, que nous appelons la Voie Lactée. Rapprochons-nous de lui, et, après avoir visité

les îles de lumière de l'océan des cieux, cherchons notre route à travers ces vastes plaines semées de l'or ardent des soleils de l'infini.

Prenons notre vol sur un rayon de lumière et glissons rapidement jusqu'aux portes de notre univers. Bientôt, nous apercevons un point imperceptible qui scintille timidement au fond de l'espace, et nous reconnaissons bien vite notre quartier céleste. Cette petite étoile, qui brille comme la tête d'une épingle d'or, grossit à mesure que nous avançons. Encore quelques trillions de kilomètres à franchir sur notre coursier rapide, et nous la voyons paraître comme un bel astre de première grandeur. Puis, elle grandit toujours, et nous devinons bientôt, dans son rayonnement, notre humble Terre que nous abordons avec joie.

Maintenant, nous ne sortirons plus de notre province du royaume des cieux, et nous entrerons en relation avec cette famille solaire, qui nous intéresse d'autant plus qu'elle nous touche de très près.

Le Soleil, qui nous apparaît comme un beau disque blanc, vers midi, rouge sanglant, le soir, à son coucher, est un globe immense dont les formes colossales surpassent, dans des proportions inimaginables, notre atome terrestre.

En effet, il est, en diamètre, cent huit fois et demie plus large que la Terre, c'est-à-dire que,

si l'on représentait notre planète par un globe de un mètre de diamètre, il faudrait représenter

Fig. 29. — Grandeur comparée du Soleil et de la Terre.

le Soleil par une sphère mesurant cent huit mètres et demi de largeur. On en jugera par cette figure, dont la proportion est exacte.

Notre monde, placé sur le Soleil avec toutes ses magnificences, ses richesses, ses montagnes, ses mers, ses monuments et tous ses habitants, ne serait qu'un point imperceptible. Il tiendrait moins de place, dans l'astre central, qu'un grain dans une grenade. En plaçant la Terre au centre du Soleil et en laissant la Lune tourner à sa distance de 384,000 kilomètres, on n'arriverait encore qu'à la moitié de la distance de la surface solaire !

En volume, le Soleil est 1,300,000 fois plus vaste que notre séjour, et 332,000 fois plus lourd en masse. Si ce géant ne se présente à nous que sous l'aspect d'un petit disque, très brillant il est vrai, c'est à cause de son éloignement. Assurément, ses dimensions apparentes ne nous révèlent pas sa majestueuse puissance.

Si nous l'observons dans un instrument ou si nous le photographions, nous constatons que sa surface n'est pas unie, comme on pourrait le croire, mais granulée, et présente une multitude de points lumineux disséminés sur un fond plus sombre.

Ces granulations ressemblent un peu aux pores de l'écorce d'un beau fruit, d'une orange par exemple, dont la couleur rappelle la nuance du Soleil lorsqu'il s'abaisse, le soir, pour disparaître à l'horizon. Parfois, ces pores s'élargissent sous l'influence de perturbations surve-

nant dans la surface solaire, et donnent naissance à une tache. Pendant bien des siècles, les hommes, savants ou profanes, se refusèrent à admettre l'existence de ces taches, qu'ils considéraient comme une souillure pour le roi des cieux. Le Soleil n'était-il pas l'emblème de la pureté la plus inviolable? Lui trouver un défaut eût été lui faire une profonde injure. L'astre du jour étant incorruptible, ceux qui mettaient en doute sa splendeur immaculée étaient des insensés. Aussi, lorsque le Père Scheiner, qui fut l'un des premiers à étudier les taches solaires dans une lunette, signala, en l'an 1610, le résultat de ses observations, personne ne voulut croire à ses affirmations.

Cependant, après les observations de Galilée et des autres astronomes, il fallut bien se rendre à l'évidence, et, remarque plus curieuse encore, reconnaître que ce sont justement ces taches qui nous ont permis de pénétrer dans l'étude de la constitution physique du Soleil.

Elles sont, généralement, de forme arrondie ou ovale, et on observe en elles deux parties distinctes : d'abord, la partie centrale qui est noire et que l'on appelle le *noyau* ou l'*ombre*; puis, autour, une région plus claire, demi-teintée, qui a reçu le nom de *pénombre*. Ces parties sont nettement tranchées dans leurs contours : la pénombre est grise, le noyau paraît noir, relati-

vement à l'éclat éblouissant de la surface solaire mais, en fait, il rayonne une lumière deux

Fig. 30. — Photographie directe du Soleil.

mille fois supérieure en intensité à celle de la pleine lune.

Nos lectrices auront une idée de l'aspect de ces taches par la photographie du Soleil reproduite ici (prise le 8 septembre 1898, à mon observatoire de Juvisy) et par le dessin détaillé

de la grande tache, qui se montrait quelques jours après (le 13) traversée par un pont et

Fig. 31. — Aspect télescopique d'une tache solaire.

sillonnée de flammes. En général, d'ailleurs, elles se transforment toutes assez vite.

Ces taches, qui ne présentent aux observateurs de la Terre qu'une faible dimension, sont, en réalité,

absolument gigantesques. On en a mesuré dont le diamètre égalait dix fois la largeur de la Terre, soit cent vingt mille kilomètres.

Certaines de ces taches sont parfois si larges qu'elles sont visibles à l'œil nu (prudemment garanti par un verre noir ou bleu foncé).

Elles ne se forment pas instantanément, mais s'annoncent d'abord par une grande agitation de la surface solaire, par des sortes de vagues lumineuses appelées facules. Dans cette agitation, on voit apparaître une petite tache, généralement ronde, qui s'élargit progressivement, pour atteindre un maximum, et diminue ensuite, en se segmentant assez souvent et en se rapetissant. Les unes ne sont visibles que pendant quelques jours; d'autres durent des mois entiers. Plusieurs d'entre elles n'apparaissent que pour s'enfoncer aussitôt dans le bouillonnement tumultueux de l'astre flamboyant. Parfois aussi, on aperçoit comme des vagues blanches incandescentes qui semblent jeter des ponts lumineux à travers l'ombre centrale. En général, les taches ne sont pas très profondes. Ce sont des sortes d'ouvertures en entonnoirs dont la profondeur n'égale pas le diamètre de la Terre, lequel, nous l'avons vu, est cent huit fois plus petit que celui du Soleil.

*
* *

Les taches solaires ne sont pas immobiles, et leur mouvement nous a appris que l'astre radieux tourne sur lui-même en vingt-cinq jours environ.

Cette rotation a été déterminée, en 1611, par Galilée, qui précisément, en observant les taches, remarqua qu'elles traversent le disque solaire de l'Est à l'Ouest, en suivant des lignes obliques par rapport au plan de l'écliptique, et qu'elles disparaissent, au bord occidental, quatorze jours après leur arrivée par le bord oriental. Quelquefois, une même tache, après être restée invisible pendant quatorze jours, reparaît sur le bord oriental, où on l'avait déjà vue vingt-huit jours auparavant. Elle s'avance vers le milieu du Soleil, qu'elle atteint sept jours après, disparaît de nouveau à l'Occident, continue sa route sur l'hémisphère opposé au nôtre pour revenir à portée de notre observation au bout de deux semaines, si elle ne s'est pas évanouie dans l'intervalle. Cette observation prouve que le Soleil tourne sur lui-même. La réapparition des taches est de vingt-sept jours en moyenne, parce que la Terre n'est pas immobile et que, dans sa translation autour de l'ardent foyer, mouvement qui s'effectue dans le même sens que la rotation

solaire, elle voit encore les taches deux jours et demi après qu'elles ont disparu du point où elle se trouvait vingt-cinq jours auparavant. En réalité, la rotation du Soleil est de vingt-cinq jours et demi environ; mais, fait curieux, *ce globe ne tourne pas tout d'une pièce*, comme la Terre; les vitesses de mouvement de la surface solaire vont en diminuant de l'équateur vers les pôles. Cette rotation est de 25 jours à l'équateur, de 26 au vingt-quatrième degré de latitude Nord ou Sud, de 27 au trente-septième degré, de 28 au quarante-huitième. Les taches se forment, généralement, entre l'équateur et cette latitude, surtout entre dix et trente degrés. On n'en a jamais vu autour des pôles.

Vers les bords du Soleil, on remarque encore des régions très brillantes, très lumineuses, qui environnent généralement les taches, et auxquelles on donne le nom de *facules* (*facula*, petit feu). Ces facules, qui occupent souvent une très vaste étendue, semblent être le siège de perturbations formidables qui révolutionnent sans cesse la face de notre souverain, et souvent, comme nous l'avons dit, elles précèdent les taches. On en aperçoit jusqu'aux pôles. Notre Soleil, en apparence si calme et si majestueux, est le siège de conflagrations fantastiques. Les éruptions volcaniques, les orages les plus épouvantables, les cataclysmes les plus terrifiants qui

bouleversent, parfois, notre petit monde, ne sont que doux zéphirs auprès des tempêtes solaires qui soulèvent des nuages de feu capables d'engloutir, d'un seul coup, des globes de la dimension de notre planète.

Comparer les volcans terrestres aux éruptions solaires, c'est comparer l'humble lueur d'une veilleuse qui consume un moucheron aux flammes de l'incendie qui dévore une ville.

Les taches solaires varient en une période assez régulière, de onze à douze ans. En certaines années, elles sont vastes, nombreuses et fréquentes, par exemple en 1917 ; en d'autres années, elles sont rares et faibles, par exemple en 1913. On en tient une statistique très attentive. Ainsi, voici la surface solaire tachée exprimée en millionièmes de l'étendue de l'hémisphère solaire visible :

1889...	78	1897...	514	1905...	1191	1913...	7
1890...	99	1898...	375	1906...	778	1914...	152
1891...	569	1899...	111	1907...	1082	1915...	697
1892...	1214	1900...	75	1908...	697	1916...	723
1893...	1464	1901...	29	1909...	692	1917...	1450
1894...	1282	1902...	62	1910...	264	1918...	1100
1895...	974	1903...	340	1911...	64	1919...	900
1896...	543	1904...	488	1912...	37	1920...	700

Les années 1889, 1901 et 1913 ont marqué des *minima;* les années 1893, 1905 et 1917 des *maxima.*

Remarque curieuse : le magnétisme terrestre et les aurores boréales suivent une oscillation

parallèle à celle des taches solaires, et il paraît en être de même des températures.

Nous devons regarder notre Soleil comme un globe de gaz en combustion, brûlant à une haute température, et dégageant une quantité prodigieuse de chaleur et de lumière. La surface éblouissante de ce globe a reçu le nom de *photosphère* (sphère de lumière). Elle est en mouvement perpétuel, comme les flots d'un océan de feu dont les flammes, roses et transparentes, mesurent environ quinze mille kilomètres de hauteur. Cette couche de flammes roses a reçu le nom de *chromosphère* (sphère colorée). Elle est transparente; on ne la voit pas directement, mais seulement pendant les éclipses totales de Soleil, lorsque la Lune cache entièrement le disque éblouissant, ou à l'aide du spectroscope. Ce que nous voyons du Soleil, c'est sa surface lumineuse, sa photosphère.

De cette surface mouvementée, jaillissent constamment des éruptions gigantesques, d'immenses gerbes de flammes, tourbillons de feu projetés avec une vitesse effroyable à des hauteurs prodigieuses.

Pendant de longues années, les astronomes ont été très perplexes sur la nature de ces masses enflammées appelées *protubérances*, qui s'élancent comme des feux d'artifice, et qui n'étaient visibles que pendant les éclipses totales de Soleil; mais,

grâce à une découverte très ingénieuse de MM. Janssen et Lockyer, ces éruptions peuvent, maintenant, être observées tous les jours au

Fig. 32. — Flammes solaires roses de 228,000 kilomètres de hauteur (18 fois le diamètre de la Terre).

spectroscope, et on les enregistre depuis 1868, particulièrement à Rome et à Catane, où la Société des Spectroscopistes a été fondée spécialement

dans ce but et ne manque pas de publier, chaque mois, la statistique de l'état de santé du Soleil.

Ces protubérances, qui revêtent toutes les formes imaginables, ressemblent souvent à certains de nos nuages orageux; elles s'élèvent au-dessus de la chromosphère à une vitesse inconcevable, qui surpasse parfois deux cents kilomètres par seconde, et les porte à des hauteurs fantastiques, à trois cent mille kilomètres!

Ces flammes énormes entourent le Soleil de toutes parts; quelquefois, elles s'élancent dans l'espace comme de splendides panaches roses, gracieusement recourbés; d'autres fois, elles dressent dans le ciel leurs têtes lumineuses qui ressemblent à d'immenses feuilles déchiquetées et légères, de palmiers géants. De même que nous avons reproduit un type de tache solaire remarquable, de même il est intéressant de mettre, sous les yeux de nos lectrices, une observation précise de ces curieuses flammes solaires. Celle que nous reproduisons ici a été observée à Rome, le 30 janvier 1885. Elle mesurait deux cent vingt-huit mille kilomètres de hauteur, dix-huit fois le diamètre de la Terre (représentée à côté dans sa grandeur relative). Il y en a du double de cette hauteur.

On a vu des éruptions solaires monter, en quelques minutes, à plus de cent mille kilomètres de hauteur et retomber, ensuite en pluie

de feu, sur cette sorte d'océan de punch dont le feu ne s'éteint jamais.

L'observation, jointe à l'analyse spectrale, a démontré que les protubérances sont causées par de formidables explosions produites dans le corps même du Soleil, et projetant dans l'espace des masses d'hydrogène incandescent avec une force considérable.

Ce n'est pas tout encore. Pendant les éclipses, on remarque, autour du disque noir de la Lune placé devant le Soleil dont il intercepte la lumière, une auréole brillante et rosée d'où se détachent de longs panaches effilés et lumineux que l'on nomme *aigrettes*, et qui s'élancent fort loin de la surface solaire. Cette auréole, dont la nature nous est encore inconnue, a reçu le nom de *couronne*. C'est une sorte d'atmosphère immense, extrêmement raréfiée. Notre superbe flambeau est donc un brasier d'une ardeur sans pareille; c'est un globe de gaz, agité de tempêtes phénoménales dont les gerbes enflammées s'étendent au loin. La plus petite de ces flammes est encore si puissante qu'elle engloutirait notre monde d'un seul coup, comme ces bombes lancées par le Vésuve, et retombant dans le cratère.

Mais, quelle est la chaleur véritable de ce foyer incandescent?

Les meilleures recherches conduisent à évaluer à six mille degrés centigrades la température de

la surface du Soleil. La température intérieure doit être beaucoup plus élevée. Un creuset de fonte en fusion versé sur le Soleil serait une douche de neige et de glace.

On peut se former une idée de cette puissance calorifique en établissant quelques comparaisons. Ainsi, la chaleur émise paraît égale à celle que produirait un globe colossal de mêmes dimensions, c'est-à-dire aussi volumineux que treize cent mille globes terrestres, entièrement couvert d'une couche de houille de vingt-huit kilomètres d'épaisseur brûlant toute à la fois. La chaleur émise par le Soleil, à chaque seconde, est égale à celle qui résulterait de la combustion de onze quatrillions six cent mille milliards de tonnes de charbon de terre, brûlant ensemble. Cette même chaleur ferait bouillir, par heure, deux trillions neuf cents milliards de kilomètres cubes d'eau à la température de la glace.

Notre petite planète, qui gravite à cent quarante-neuf millions de kilomètres du Soleil, n'arrête au passage et n'utilise que la demi-milliardième partie de ce rayonnement total.

Comment s'entretient cette chaleur? Une des principales causes de la chaleur du Soleil est due à sa condensation. Selon toutes probabilités, le globe solaire nous représente le noyau d'une vaste nébuleuse qui s'étendait, primitivement, au delà de l'orbite de Neptune, et qui, par sa

contraction, a fini par former ce foyer central. En vertu du principe de la transformation du mouvement en chaleur, cette condensation, qui n'est pas encore arrivée à son terme, suffit pour élever ce globe colossal à sa température et à l'entretenir pendant des millions d'années. Ajoutons qu'une formidable quantité de météores y tombe perpétuellement. Cette fournaise est un véritable pandémonium.

Le radium joue là, sans doute, un rôle puissant.

Le Soleil pèse trois cent trente-deux mille fois plus que la Terre, c'est-à-dire dix-neuf cent quatre-vingt-huit octillons de kilogrammes, ci :

1,988,846,000,000,000,000,000,000,000,000

Nous exposerons, dans notre onzième leçon, par quelles méthodes on est parvenu à peser le Soleil et à déterminer exactement sa distance.

*
* *

Cette causerie, je l'espère, vous a donné une idée de l'importance et de la nature du Soleil, de cet astre formidable aux rayons duquel nos existences sont suspendues. Sa dimension apparente, qui n'est que d'un demi-degré (32') et qui serait cachée à nos yeux, comme celle de la pleine lune, à peu près égale, par le bout de notre petit doigt éloigné à la longueur du bras, représente,

comme nous l'avons vu, une dimension réelle colossale, de 1,391,000 kilomètres de diamètre, à cause de l'immense distance qui nous en sépare. Cette distance de 149 millions de kilomètres est assez difficile à apprécier. Remarquons qu'il faudrait juxtaposer 11,640 globes terrestres pour jeter un pont d'ici au Soleil, tandis que, d'ici à la Lune, trente Terres suffiraient. La Lune est 388 fois plus près de nous que le Soleil. Nous la concevrons peut-être, cette distance, en calculant qu'un train direct, marchant à la vitesse constante de 1 kilomètre par minute, emploierait 149 millions de minutes, c'est-à-dire 103,472 jours, soit 283 ans, pour franchir la distance qui nous sépare de cet astre. Étant donnée la durée ordinaire de la vie, les voyageurs partis pour le Soleil n'y arriveraient pas, ni leurs enfants, ni leurs petits-enfants : ce ne serait guère que la septième génération qui toucherait le but du voyage, et ce ne serait que la quatorzième qui pourrait nous en rapporter des « nouvelles ».

On assure, Madame, que les enfants demandent quelquefois la Lune à leur maman. Si l'un de ces petits êtres qui s'ouvrent à toutes les curiosités de la vie pouvait étendre le bras assez loin pour aller toucher le Soleil et s'y brûler les doigts, il ne sentirait la brûlure qu'au bout de 167 ans (ce ne serait plus un bébé), car la sensation nerveuse

se transmet, du bout des doigts au cerveau, à la vitesse de 28 mètres par seconde seulement.

C'est encore long. Un boulet de canon arriverait en dix ans au Soleil. La lumière, flèche rapide qui vole dans l'espace à la vitesse de trois cent mille kilomètres par seconde, ne met que huit minutes dix-sept secondes pour traverser cette distance.

149 millions de kilomètres ! On voit que l'on n'est vraiment pas plus près du Soleil au sommet d'une montagne qu'au fond d'une vallée.

*
* *

Ce brillant Soleil n'est pas seulement le souverain de la Terre ; il est aussi le chef d'un vaste système planétaire.

Les astres qui circulent autour du Soleil sont des corps opaques, de forme sphérique, qui reçoivent leur lumière et leur chaleur de l'astre central dont ils dépendent absolument. Le nom de planètes qui leur a été donné signifie astres « errants ». Si vous observez le Ciel par une belle nuit étoilée, et si vous connaissez suffisamment les principales étoiles du Zodiaque que nous avons décrites en un chapitre précédent, vous pourrez vous étonner, certains soirs, de

voir la figure d'une constellation zodiacale légèrement modifiée par la présence temporaire d'un astre brillant surpassant parfois, en éclat, les plus belles étoiles de première grandeur.

Si vous suivez cette apparition pendant quelques semaines, et si vous examinez bien sa position par rapport aux étoiles voisines, vous remarquerez qu'elle se déplace plus ou moins lentement sur la voûte des cieux. Ces astres errants, ces *planètes*, ne brillent pas de leur propre lumière ; c'est le Soleil qui les éclaire.

Les planètes sont, en effet, des corps obscurs comme la Terre, circulant autour du dieu du jour avec une vitesse proportionnée à leur éloignement. Elles sont au nombre de huit principales, et on peut les diviser en deux groupes bien distincts qui nous aideront à les reconnaître : le premier comprend quatre planètes de petites dimensions relativement à celles du second groupe, qui sont si volumineuses que la moins importante d'entre elles est encore plus grosse que ces quatre réunies.

Dans l'ordre des distances au Soleil, nous rencontrons d'abord :

Mercure, Vénus, la Terre et Mars.

Ce sont les mondes les plus proches de l'astre du jour.

Les quatre suivants, beaucoup plus éloignés, sont, toujours dans l'ordre des distances :

JUPITER, SATURNE, URANUS et NEPTUNE.

Ce second groupe est séparé du premier par un vaste espace occupé par toute une petite armée de planètes minuscules, petits corps cosmiques dont les plus gros mesurent quelques centaines de kilomètres seulement de diamètre, et les plus petits, quelques kilomètres seulement.

Les planètes formant ces trois groupes représentent les principaux membres de la famille solaire. Mais, le Soleil est un vieux patriarche, et chacune de ses filles a elle-même ses enfants qui, tout en subissant l'influence paternelle de l'astre de feu, obéissent aussi au monde qui les gouverne. Ces astres secondaires, nommés *satellites*, suivent les planètes dans leur destinée et tournent autour d'elles en traçant des ellipses, comme celles-ci tournent autour du Soleil. Tout le monde connaît le satellite de la Terre : la Lune. Or, les autres planètes de notre système ont aussi leurs lunes, et, même, certaines d'entre elles sont plus favorisées que nous à cet égard, car elles en ont plusieurs. Mars en a deux ; Jupiter, neuf ; Saturne, dix ; Uranus, quatre, et Neptune, un (c'est, du moins, le seul que l'on ait encore pu découvrir).

Pour nous rendre bien compte des rapports qui existent entre ces mondes, apprécions leurs distances en les inscrivant dans un petit tableau :

	Distances en millions de kilomètres.
Mercure	57
Vénus	108
La Terre	149
Mars	226
Jupiter	775
Saturne	1.421
Uranus	2.858
Neptune	4.470

Le Soleil est au centre de ce système (ou, pour mieux dire, au foyer, car les planètes décrivent des ellipses) et le gouverne. Neptune est trente fois plus éloigné du Soleil que la Terre. Ces diverses distances amènent une grande différence dans le temps des révolutions des planètes : tandis que la Terre fait le tour du Soleil en un an, Vénus en 224 jours et Mercure en 88, Mars emploie près de deux ans pour accomplir son voyage, Jupiter douze ans, Saturne vingt-neuf, Uranus quatre-vingt-quatre et Neptune cent soixante-cinq.

Les planètes et leurs lunes ne représentent pas le patrimoine complet du Soleil. Il est encore, dans la république solaire, certains astres irréguliers et vagabonds qui voyagent à une allure souvent immodérée, et s'approchent parfois du Soleil, non pour s'y brûler, mais, semble-t-il, pour puiser, dans ce foyer radieux, des provisions de forces nécessaires à leurs pérégrinations à travers l'espace. Ce sont les *comètes*, qui suivent des orbites extrêmement allongées autour du Soleil

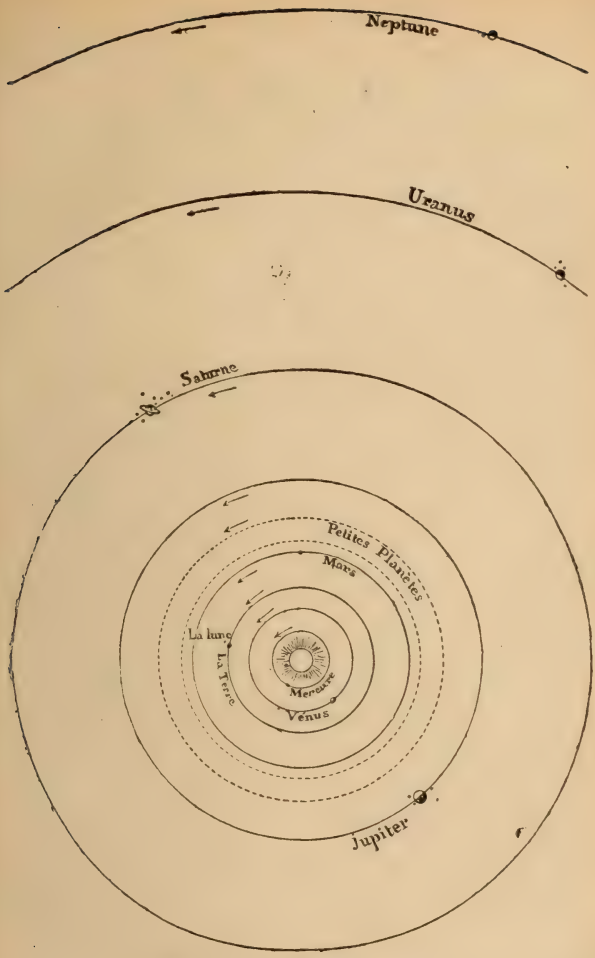


Fig. 33. -- Le système solaire.

dont elles sont, parfois, très rapprochées et, parfois, extraordinairement éloignées.

Et, maintenant, récapitulons nos connaissances sur l'empire du Soleil : D'abord, nous voyons un globe de feu colossal dominant et gouvernant les mondes qui lui appartiennent. Autour de lui sont groupées les planètes, au nombre de huit principales, formées de matière solide et obscure, et gravitant autour de l'astre central. D'autres astres secondaires, les satellites, tournent autour des planètes qui les retiennent dans le réseau de leur attraction, et, enfin, les comètes, corps célestes irréguliers, sillonnent toute l'étendue occupée par la grande province solaire. Nous pourrions ajouter aussi des tourbillons de météores, sorte de désagrégation des comètes, qui circulent aussi autour du Soleil et donnent naissance aux étoiles filantes lorsqu'elles rencontrent la Terre.

Maintenant que nous avons une idée de l'ensemble de notre céleste famille, et que nous avons apprécié à sa valeur le puissant foyer qui la gouverne, nous allons faire directement connaissance avec chacun des membres qui la composent.

CINQUIEME LEÇON

LES PLANÈTES

A. — MERCURE, VÉNUS, LA TERRE, MARS

Nous voici donc dans le système solaire, au centre — ou, pour mieux dire, au foyer — duquel rayonne l'astre immense et éclatant. Nous avons compris la grandeur et la puissance du globe solaire, dont les rayons vont se répandant en ondes actives portant une illumination féconde sur les mondes gravitant autour de lui; nous avons apprécié la distance qui s'étend du Soleil à la Terre, la troisième des planètes retenues dans son domaine, ou, tout au moins, des comparaisons sur le temps employé par certains mobiles pour parcourir cette distance nous ont, je l'espère, permis de la concevoir.

Nous avons dit que les quatre planètes les plus proches du Soleil sont Mercure, à cinquante-sept millions de kilomètres, — Vénus, à cent huit,

— la Terre à cent quarante-neuf, — et Mars, à deux cent vingt-six. Commençons notre voyage planétaire par ces quatre stations.

MERCURE

Un peu au-dessus du Soleil, on remarque quelquefois, tantôt à l'Occident, dans les lueurs fauves et languissantes du crépuscule, tantôt à l'Orient, lorsque l'aurore tendre et rosée annonce la pureté d'un beau jour, une petite étoile de première grandeur qui n'apparaît que fort peu de temps au-dessus de l'horizon, pour se replonger bientôt dans le flamboiement du Soleil. C'est Mercure, l'agile et actif messager de l'Olympe, le dieu de l'éloquence, de la médecine, du commerce et... des voleurs. On ne l'aperçoit que furtivement, de temps en temps, aux époques de ses plus grandes élongations, soit après le coucher, soit avant le lever de l'astre radieux, offrant l'aspect d'une étoile un peu rougeâtre.

Cette planète, comme toutes les autres, ne brille que par le reflet du Soleil dont elle reçoit l'illumination, et, comme elle en est fort proche, son éclat est assez vif, quoique son volume ne soit pas considérable. Elle est plus petite que la Terre. Sa révolution autour du Soleil s'effectuant en trois mois environ, elle passe rapidement, en un mois et demi, d'un côté à l'autre de l'astre

du jour, et est, tour à tour, étoile du matin et du soir. Les anciens avaient d'abord vu en elle deux planètes différentes ; mais l'observation attentive ne tarda pas à en faire reconnaître l'iden-

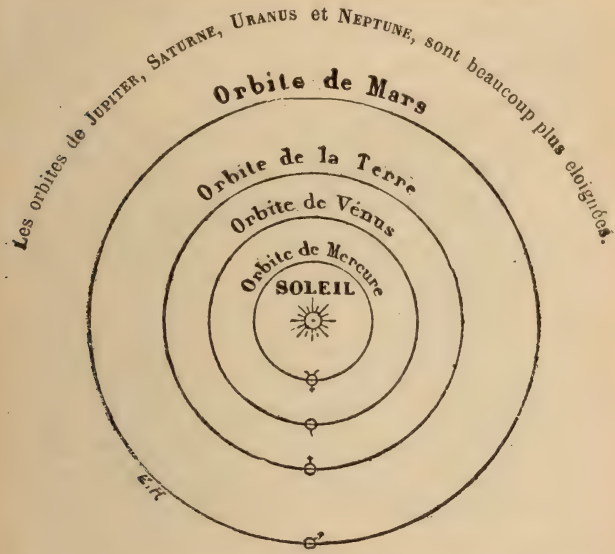


Fig. 34. — Les quatre planètes les plus proches du Soleil.

tité. Dans nos climats, un peu trop nuageux, on ne peut guère l'apercevoir que deux ou trois fois par an, et encore en la cherchant d'après les indications données dans les annuaires astronomiques.

Mercure vogue autour du Soleil à une distance

de 57 millions de kilomètres, et accomplit sa révolution en 87 jours 23 heures 15 minutes, soit deux mois vingt-sept jours vingt-trois heures, ou un peu moins de trois de nos mois. Si les conditions de la vie y sont les mêmes qu'ici, l'existence des Mercuriens est quatre fois plus courte que la nôtre. Une jeune fille de vingt ans, dont le cœur s'ouvre à l'espérance de la vie qui ne fait que commencer pour elle sur la Terre, est une octogénaire de Mercure. C'est là que les dames ont le droit de maudire la rapidité des jours et de regretter une jeunesse trop rapidement envolée. Peut-être sont-elles plus philosophes qu'ici-bas.

Son orbite, naturellement intérieure à celle de la Terre, n'est pas circulaire, mais elliptique et fort excentrique, si allongée qu'à certaines époques de son année, Mercure est extrêmement éloigné du foyer solaire et qu'il reçoit deux fois moins de chaleur et de lumière qu'aux époques opposées, d'où il résulte que sa distance à la Terre varie considérablement.

Ce globe offre des *phases*, découvertes au dix-septième siècle par Galilée, et qui rappellent celles de la Lune. Elles sont dues au mouvement de la planète autour du Soleil et sont invisibles à l'œil nu; mais des instruments, même modestes, permettent de suivre leur gradation et d'étudier Mercure sous tous ses aspects.

Parfois aussi, il passe juste devant le Soleil, et son disque se projette comme un point noir sur la surface lumineuse de l'astre flamboyant. C'est ce qui est arrivé, notamment, le 10 mai 1891 et le 10 novembre 1894, dates auxquelles nous pouvons ajouter, pour les passages plus récents, le 12 novembre 1907 et le 6 novembre 1914.

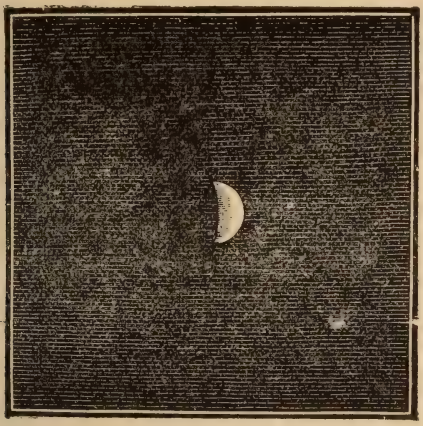


Fig. 35. — Mercure vers la quadrature.

De tous les mondes de notre système, Mercure est le plus petit (à l'exception des fragments cosmiques qui circulent entre l'orbite de Mars et celle de Jupiter). Son volume n'égale que les cinq centièmes de celui de la Terre. Son diamètre est, à celui de notre planète, dans le rapport de 373 à 1,000 (un peu plus du tiers) et mesure 4,750 kilomètres. Sa densité est la plus forte de

tous les mondes de la grande famille solaire, et surpasse d'un tiers environ celle de notre Terre ; mais la pesanteur y est presque de moitié plus faible qu'ici.

Mercure est enveloppé d'une atmosphère très dense, très épaisse qui, sans doute, tempère sensiblement la chaleur solaire, car le Soleil présente aux Mercuriens un disque lumineux sept fois plus étendu, en moyenne, que celui que nous connaissons de la Terre, et, lorsque Mercure passe au périhélie (à sa plus grande proximité du Soleil), ses habitants reçoivent dix fois plus de lumière et de chaleur que nous en plein été. Il est probable qu'il nous serait impossible d'aborder cette planète sans être foudroyés par une insolation de premier ordre.

Mais on peut penser que la féconde nature a produit là des êtres d'une organisation différente de la nôtre, construits pour vivre dans le voisinage du feu. N'y a-t-il pas là de merveilleux tableaux décorés, sans doute, d'une végétation luxuriante se développant magnifiquement, sous un soleil ardent et généreux ?

L'observation de Mercure est rendue très difficile, précisément par le voisinage immédiat de l'embrasement solaire ; cependant, on a cru apercevoir des taches qui pourraient être des mers. Ces observations, toutefois, sont contradictoires et incertaines.

Jusqu'à présent, il a été impossible de déterminer la durée de la rotation. Plusieurs astronomes pensent même qu'à cause de sa grande proximité du Soleil, cet astre a dû produire de fortes marées qui auront, pour ainsi dire, immobilisé le globe de Mercure, comme la Terre l'a fait pour la Lune, en le forçant à lui présenter constamment le même côté. Au point de vue de l'habitation, ce serait là une situation assez bizarre : jour éternel sur l'hémisphère ensoleillé, nuit perpétuelle sur l'autre hémisphère, et zone crépusculaire assez large entre les deux. Un tel état serait assurément bien différent de la succession des jours et des nuits terrestres.

Vue de Mercure, la Terre où nous sommes brille dans le ciel étoilé (*), comme un astre magnifique de première grandeur, à côté duquel la Lune se montre, petite compagne très fidèle. Elles doivent former une belle étoile double,

* J'ai essayé de représenter sur de petites figures les aspects de la Terre dans le ciel étoilé de Mercure, de Vénus et de Mars ; mais dans ces sortes de représentations, on est toujours obligé de faire les étoiles trop grosses. Le calcul donne pour les diamètres de la Terre et de la Lune vues des planètes et leurs distances :

	Diamètre de la Terre	Diamètre de la Lune	Distance Terre-Lune
De Mercure (opposition). .	29"	8"	871"
De Vénus (opposition). . .	64"	17"	1928"
De Mars (quadrature). . .	15"	4"	464"
De Jupiter (quadrature). .	3"5	0"1	105"

On appréciera ces aspects en se souvenant que l'écartement des composantes de ε Lyre est de 207", celui d'Atlas à Pléione de 301", et celui des étoiles Mizar et Alcor de 708".

la Terre étant une brillante étoile de première

Fig. 36. — La Terre vue de Mercure

grandeur, et la Lune une de troisième, couple

ravissant que, sans doute, on admire comme un séjour enchanté et tout à fait privilégié. C'est à minuit, lors des oppositions de la Terre avec le Soleil, que notre planète est la plus belle et la plus brillante, comme Jupiter pour nous. Les constellations sont les mêmes vues de Mercure ou de notre séjour.

Mais cette petite planète solaire est-elle habitée? Nous ne le savons pas encore. Nous pouvons seulement répondre : Pourquoi pas ?

VÉNUS

Lorsque l'astre-roi empourpre de ses rayons glorieux l'atmosphère du couchant, et que la nature entière se pare du voile un peu mélancolique du crépuscule, les regards, même les plus indifférents, sont souvent attirés, captivés, par la présence d'une étoile presque éblouissante, illuminant de sa blanche et limpide lumière le ciel assombri par la disparition du dieu du jour.

C'est Vénus, la reine des cieux! C'est l'étoile du Berger, la douce mère des amours, déesse de la beauté, toujours chérie, adorée, chantée et immortalisée, sur la Terre, par les poètes et les artistes. Son éclat splendide la fit remarquer dès la plus haute antiquité, et on la retrouve, riante et charmeuse, dans les œuvres des anciens qui lui dressaient des autels et se plaisaient

à orner leurs poésies de sa grâce et de sa beauté. Homère l'appelle Callistos « la belle », Cicéron la nomme Vesper, l'astre du soir, et Lucifer, l'astre du matin, car il en fut pour cette divinité comme pour Mercure : pendant longtemps, on vit en elle deux planètes distinctes, et ce ne fut que lorsqu'on eût remarqué que l'étoile du soir et l'étoile du matin alternaient toujours successivement et périodiquement, que l'identité de l'astre fut reconnue. Sa rayonnante splendeur créa sa personnalité mythologique, comme l'agilité de Mercure avait créé celle du messager des dieux.

Nous ne voyons pas, dans le ciel, son char aérien conduit par un vol de colombes aux ailes blanches et légères, mais nous suivons le doux sillage de sa nacelle, emportée dans l'espace par l'attraction solaire.

Aussi, dans les beaux soirs où elle s'écarte à ses plus grandes élongations du Soleil, tout le monde admire cette blanche et éclatante Vénus qui règne en souveraine sur nos crépuscules (*)

* L'autre soir, après l'avoir observée dans le ciel calme et silencieux de la fin du jour, mes yeux tombèrent sur un dessin qui me fut envoyé jadis par mon ami Gustave Doré, et qui fait partie des illustrations de sa merveilleuse édition de la *Divine Comédie* du Dante. Il m'a semblé que ce dessin serait à sa place ici, et je me permets d'en offrir à mes lectrices une pâle reproduction, d'après la belle gravure de cette édition. Le Dante et Virgile contemplent, dans le doux recueillement du soir, *lo bel pianeta ch'ad amar conforta* « la belle planète qui incite à aimer ».

et retarde, alors, de trois heures sur le coucher du Soleil, et, en dehors même des savants qui s'oc-

L'ÉTOILE DU SOIR

cupent pratiquement d'astronomie, il n'est pas douteux que des milliers de regards ne s'élèvent

vers cette splendeur céleste, et que des milliers d'êtres humains ne sentent, un instant, leur curiosité s'élever jusqu'aux mystères de l'infini. La vie contemporaine, un peu brutale, a beau vouloir ankyloser le rêve, elle n'a pas encore écrasé la pensée au point d'arrêter toute aspiration vers la connaissance des vérités éternelles, et, en contemplant le ciel étoilé, il est difficile de ne pas se demander ce que sont ces autres mondes et quelle place occupe notre propre planète dans cet immense concert des harmonies sidérales.

Vue dans une lunette, même toute petite, Vénus offre des phases remarquables.

Notre figure 38 donne une idée de la succession de ces phases et de la variation de grandeur de la planète pendant son cours autour du Soleil. Voyons-la, en imagination, tourner comme elle le fait en une année de deux cent vingt-quatre jours (224 jours 16 heures 49 minutes 8 secondes), à la distance de 108 millions de kilomètres, la Terre étant à 149. Il arrive, comme pour Mercure, qu'à certaines époques elle passe entre le Soleil et nous ; son hémisphère éclairé étant naturellement tourné du côté de l'astre du jour, nous ne distinguons alors qu'un croissant très délié et très lumineux. A ces époques-là, Vénus est, pour ainsi dire, tout contre le Soleil, et nous présente sa plus grande dimension appa-

rente. Parfois aussi, comme Mercure, elle passe juste devant le Soleil, sous l'aspect d'une tache noire parfaitement ronde, ce qui est arrivé le 8 décembre 1874 et le 6 décembre 1882, et ce qui se reproduira le 7 juin 2004 et le 5 juin 2012. Ces passages ont été utilisés, dans la géométrie céleste, pour mesurer la distance du Soleil.

On le devine facilement : la distance de Vénus

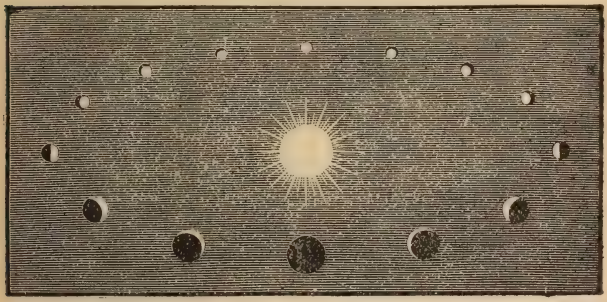


Fig. 38. — Ordre des phases de Vénus.

varie considérablement selon sa position par rapport à la Terre ; c'est lorsqu'elle se trouve entre le Soleil et nous qu'elle est le plus rapprochée de notre monde ; mais c'est aussi à ces époques que nous voyons le moins de sa surface, puisqu'elle ne nous présente qu'un mince croissant. Les astronomes de la Terre sont donc très mal placés pour étudier sa constitution physique. C'est lorsqu'elle est située à droite ou à gauche

du Soleil, et qu'elle nous montre environ la moitié de son disque éclairé, que l'on peut faire les meilleures observations, de préférence pendant le jour, à cause de l'irradiation produite, la nuit, par son éblouissante lumière.

Ces phases ont été découvertes par Galilée, en l'année 1610. Elles furent l'une des premières confirmations de la vérité du système de Copernic, en offrant un exemple évident du mouvement des planètes autour de l'astre du jour. Elles sont parfois visibles à l'œil nu pour des vues exceptionnelles, soit au crépuscule, soit à travers de légers nuages.

Entourée d'une atmosphère très dense et fort élevée qui augmente les difficultés de l'observation de sa surface, Vénus pourrait être baptisée sœur jumelle de la Terre, par la similitude qui existe entre les dimensions de ces deux mondes. Mais, si étrange que cela puisse paraître à ses nombreuses admiratrices, disposées à saluer en elle un séjour de bonheur et de félicité, il est bien probable que cette planète, si jolie de loin, doit être encore moins agréable à habiter que notre île flottante. En effet, l'atmosphère de Vénus est constamment couverte de nuages, d'où il résulte que le temps y est certainement toujours très brumeux. On n'y distingue aucune configuration géographique certaine, malgré ce qu'avaient espéré les astronomes du dix-huitième

siècle. C'est à ce point que nous ne sommes même pas encore sûrs qu'elle tourne sur elle-même, tant les observations ont été contradictoires et tant il est difficile de rien distinguer de net à sa surface. Une seule nuit d'observation suffit pour montrer la rotation de Mars ou celle de Jupiter;

Fig. 39. — Aspect de Vénus vers son plus grand éclat.

mais la belle étoile du soir semble vouloir rester obstinément voilée pour notre curiosité.

Plusieurs astronomes, et non des moindres, pensent que, comme pour Mercure, les marées produites par le Soleil sur ses mers ou sur son globe primitivement fluide, ont été assez fortes pour la saisir et la fixer, ainsi que la Terre l'a fait

pour la Lune, et pour l'obliger à presenter constamment la même face au Soleil. Certaines observations télescopiques sembleraient même confirmer cette déduction théorique des calculs de la mécanique céleste.

Je me permets de ne pas souscrire à cette opinion, malgré son apparente probabilité, parce que mon impression y a toujours été contraire dans toutes mes observations télescopiques. Récemment encore (printemps de 1921), je viens de renouveler ces observations. Choisissant une atmosphère admirablement pure et d'un calme parfait, plusieurs fois j'ai examiné avec attention la belle planète dans le champ télescopique. Le bord droit ou oriental (image renversée) se montrait estompé par l'atmosphère de Vénus ; c'est la ligne de séparation entre le jour et la nuit. Au-dessous, tout au bord boréal, je n'ai pu, chaque fois, m'empêcher de remarquer un léger point blanc, un peu plus blanc encore que toute la surface de la planète, entouré d'une légère pénombre grise, qui me produit absolument l'effet d'une neige polaire, fort analogue à celle que nous observons aux pôles de Mars. Ce point blanc de la corne boréale de Vénus ne me paraît pas dû à un effet de contraste, comme on le suppose quelquefois.

Or, si le globe de Vénus a des pôles, il tourne sur lui-même.

Malheureusement, il est très difficile de dis-

tinguer, sur le disque, des taches qui puissent indiquer le sens et la vitesse du mouvement de rotation. Cette année même (1921) nous avons réussi à en photographier, à mon observatoire de Juvisy, mais la question n'est pas encore définitivement tranchée.

Les observations mentionnées plus haut, ont été faites, entre autres, en d'excellentes conditions. Trois heures de l'après-midi, soleil éclatant, ciel d'un bleu pur et planète peu éloignée du méridien. Alors, elle n'offre pas l'éblouissant éclat des heures du soir. Je le répète, il n'y a là qu'une impression, mais elle me paraît si sûre qu'elle m'empêche d'adopter l'hypothèse en vertu de laquelle la planète graviterait autour du Soleil en lui offrant toujours le même hémisphère (*).

Si cette hypothèse représentait la réalité, ce serait là assurément un monde fort bizarre. Jour éternel d'un côté ; nuit éternelle de l'autre. Maximum de chaleur et de lumière au centre de l'hémisphère constamment tourné vers le Soleil ; maximum de froid et centre de la nuit à l'antipode. Peut-être cet hémisphère glacé serait-il inhabitable. Mais les ressources de la nature sont si prodigieuses et la loi de vie est si impérieuse, si formidable dans les conditions terrestres même les plus désavantageuses

* Mon opinion reste la même aujourd'hui (1921), puisque cette année encore, j'ai observé ces blancheurs polaires aux deux extrémités du croissant, surtout au boréal.

et les plus déplorables, que ce serait outrepasser nos droits que de décréter l'impossibilité de la vie, même en cette nuit éternelle. Les courants de l'atmosphère suffiraient, sans doute, pour établir perpétuellement, entre les deux hémisphères, des échanges de température, en comparaison desquels nos vents alizés ne seraient que des brises extrêmement légères.

Oui, le mystère plane encore sur cette terre voisine, et les plus puissants instruments des observatoires du monde entier n'ont pu encore le résoudre. Ce que nous savons, c'est que le diamètre, la surface, le volume, la masse de cette planète, la pesanteur à la surface, ne diffèrent pas sensiblement de ce qui caractérise notre propre globe : c'est que cette planète est sœur de la nôtre et du même ordre, c'est qu'elle est probablement formée des mêmes éléments. Ce que nous savons aussi, c'est que, vue de Vénus, la Terre où nous sommes est une étoile admirable, étoile double plus brillante encore que vue de Mercure. C'est une très éclatante étoile de première grandeur, accompagnée de la Lune, étoile de deuxième grandeur et demie. Ainsi, les mondes flottent dans l'espace, lointains symboles d'espérances non réalisées sur chacun d'eux, mais à différents stages de leurs degrés d'évolution et représentant, dans l'éternelle série des âges, un progrès toujours grandissant.

En contemplant cette radieuse Vénus, si nous

Fig. 40. — La Terre vue de Vénus.

ne pouvons pas encore fixer notre sentiment sur

son état actuel d'habitation, il nous est difficile, pourtant, d'imaginer que ce puisse être là un morne désert, et de ne pas saluer en elle, au contraire, une terre du ciel, différant plus ou moins du séjour où nous sommes et voguant avec ses sœurs pour l'accomplissement du plan général de la nature.

Tels sont les traits caractéristiques de notre voisine céleste. En la quittant, nous devrions faire une halte sur la Terre, qui se trouve située immédiatement après elle, dans l'ordre des distances, à cent quarante-neuf millions de kilomètres du Soleil ; mais, comme nous devons lui consacrer un chapitre spécial, nous ne nous y arrêterons pas en ce moment, et nous franchirons, d'un bond, la distance qui sépare Vénus de Mars.

Remarquons seulement, en passant, que notre planète est la plus grosse de ces quatre sphères voisines du Soleil. Voici leurs diamètres comparés :

	La Terre étant 1	En kilomètres
	—	—
MERCURE	0 373	4.750
VÉNUS	0 999	12.730
LA TERRE	1	12.742
MARS	0 528	6.728

On voit que Vénus est presque identique à la Terre.

MARS

A 226 millions de kilomètres du Soleil, on rencontre la planète Mars, gravitant le long d'une orbite extérieure à celle que la Terre parcourt annuellement autour du même centre.

Pauvre Mars! On se demande quelle méchante fée présida à sa naissance! Il semble que, depuis l'antiquité, toutes les malédictions soient tombées sur lui : c'est le dieu de la guerre et des carnages, c'est le protecteur des armées, c'est l'inspirateur des haines entre les peuples, c'est lui qui verse le sang de l'humanité dans les hécatombes internationales. Ici, encore, comme pour Mercure et Vénus, c'est l'*apparence* qui a été l'origine des idées. En effet, Mars brille comme une goutte de sang dans les profondeurs du firmament, et cette coloration rougeâtre a inspiré son nom et ses attributs, de même que l'éclatante blancheur de Vénus en avait fait la déesse de la beauté et des amours. (Je ne sais vraiment pas pourquoi on est allé chercher ailleurs que dans l'astronomie les origines de la mythologie.)

Tandis que l'humanité rejetait sur la prétendue influence de Mars les défauts inhérents à sa nature terrestre, ce monde, ignorant de nos misères, poursuivait dans l'espace la route céleste que le destin lui a tracée.

Cette planète est, disons-nous, la premiere que l'on rencontre après la Terre. Son orbite est très allongée, très excentrique. Mars la parcourt en une période de 1 an 321 jours 22 heures, soit un an, dix mois, vingt et un jours, ou bien 687 jours. La vitesse de sa translation est de vingt-trois kilomètres par seconde (celle de la Terre est de trente). Notre planète, voguant dans l'espace à une distance moyenne de 149 millions de kilomètres du foyer central, est séparée de Mars par une distance moyenne de 76 millions de kilomètres; mais son orbite étant également elliptique et allongée, il suit de là qu'à certaines époques, les deux planètes se rapprochent l'une de l'autre à moins de 60 millions de kilomètres. Ce sont ces époques que l'on choisit pour faire les meilleures observations de notre voisin aux rayons rouges. Les oppositions de Mars arrivent tous les vingt-six mois environ; mais les périodes de sa plus grande proximité, où cet astre s'approche de la Terre seulement à 56 millions de kilomètres, ne se présentent que tous les quinze ans.

Mars passe alors à son périhélie, tandis que notre monde se trouve à son aphélie (à son plus grand éloignement du Soleil). A ces époques, ce globe nous offre un diamètre apparent 63 fois plus petit que celui de la Lune, c'est-à-dire qu'une lunette grossissant 63 fois nous le montre

CARTE GÉOGRAPHIQUE DE LA

(p. 158-159.)

, D'APRÈS L'ENSEMBLE DES OBSERVATIONS.

de la même grosseur que notre satellite vu à l'œil nu, et qu'un instrument grossissant 630 fois le montre dix fois plus grand en diamètre.

En dimensions, il diffère considérablement de notre monde, puisqu'il est presque de moitié plus petit que la Terre. Son diamètre ne mesure que 6,728 kilomètres, et sa circonférence est de 21,125 kilomètres. Sa surface n'est que les vingt-neuf centièmes de la surface terrestre, et son volume n'est que les quinze centièmes du nôtre.

Cette différence de volume fait de Mars une véritable miniature de la Terre. En étudiant ses aspects, sa géographie, sa météorologie, nous croyons voir, dans l'espace, une réduction de notre séjour, avec certaines dissemblances qui excitent notre curiosité et nous le rendent encore plus intéressant.

Le monde martien pèse neuf fois et demie moins que le nôtre. En représentant par 1,000 le poids de la Terre, celui de Mars serait représenté par 105. Sa densité est beaucoup plus faible que la nôtre; elle n'est que les sept dixièmes de celle de la Terre. Un homme du poids de soixante-dix kilogrammes, transporté sur ce globe voisin, ne pèserait plus que vingt-six kilogrammes.

Les premières observations télescopiques ont révélé, à la surface de Mars, l'existence de taches plus ou moins accentuées. Les progrès de l'optique, en permettant de plus forts grossisse-

ments, ont montré plus nettement la forme de ces taches, et l'étude de leur mouvement a conduit à déterminer, avec une précision remarquable, la rotation diurne de cette planète. Elle s'effectue en 24 heures 37 minutes 23 secondes 65 centièmes de seconde. La différence avec nous est faible, comme on le voit. L'année de Mars se compose de 668 jours martiens. Pendant que cette planète compte 10 ans la Terre en compte 19. Une personne ayant vécu la durée de 38 ans terrestres n'en a encore que 20 sur Mars, et une de 76 ans n'en a que 40. C'est un avantage.

L'inclinaison de l'axe de rotation de ce globe, sur le plan de son orbite, est à peu près la même qu'ici. Il en résulte que ses saisons sont analogues aux nôtres en intensité, bien que deux fois plus longues, l'année martienne étant presque égale à deux de nos années. En outre, l'intensité des saisons est plus accentuée, l'orbite de Mars étant très allongée. Mais il y a là, comme ici, trois zones bien distinctes : la zone torride, la zone tempérée et la zone glaciale.

Nous pouvons suivre d'ici, au télescope, les variations des saisons martiennes, surtout en ce qui concerne les neiges polaires, qui s'accroissent régulièrement pendant l'hiver et fondent non moins régulièrement pendant les chaleurs de l'été. Ces neiges sont très faciles à observer, ressortant nettement par leur éclatante blancheur. Nos lectrices en jugeront par la figure

ci-contre, dans laquelle j'ai résumé leur décroissance d'après mes observations de la première opposition de Mars de notre siècle. La largeur du cap polaire a diminué là de 4,680 kilomètres à 840. Le solstice d'été martien était arrivé le 11 avril. Les neiges continuaient encore de fondre à la date du 6 juillet. Quelquefois, elles disparaissent presque entièrement pendant le mois martien qui correspond à notre mois d'août, ce qui n'arrive jamais pour nos glaces polaires. Ainsi, quoique cette planète soit plus éloignée du Soleil que la nôtre, il ne semble pas y faire plus froid, ou, du moins, est-il certain que les neiges polaires y sont beaucoup moins épaisses.

Fig. 41. — Diminution des neiges polaires de Mars pendant l'été.

D'autre part, il n'y a presque jamais de nuages sur Mars, l'atmosphère martienne est presque toujours limpide, et l'on peut dire que le beau temps est l'état permanent de la planète. Parfois, de légers brouillards, quelques faibles vapeurs masquent certaines régions, mais ils sont

vite dissipés, et le ciel redevient d'une admirable pureté.

Depuis l'invention du télescope, on a fait une quantité considérable de dessins qui nous montrent Mars sous tous ses aspects, et la concordance qui existe entre ces nombreuses observa-

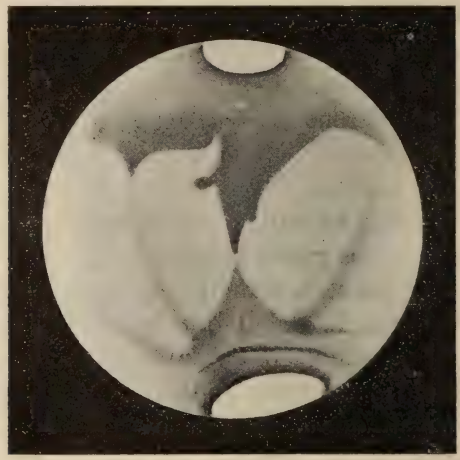


Fig. 42. — Aspect télescopique de la planète Mars (février 1901).

tions nous donne une connaissance suffisante de la planète pour nous permettre d'indiquer les traits caractéristiques de sa géographie et de dresser des cartes *aréographiques* (Arès, Mars). On jugera de ces aspects par les deux dessins reproduits ici, pris à l'Observatoire de Juvisy

(février 1901) et par la carte générale dessinée d'après l'ensemble de toutes les observations.

Au premier coup d'œil, on remarque que la géographie de Mars est très différente de celle de notre globe; tandis que les trois quarts de la Terre sont recouverts par l'élément liquide, Mars

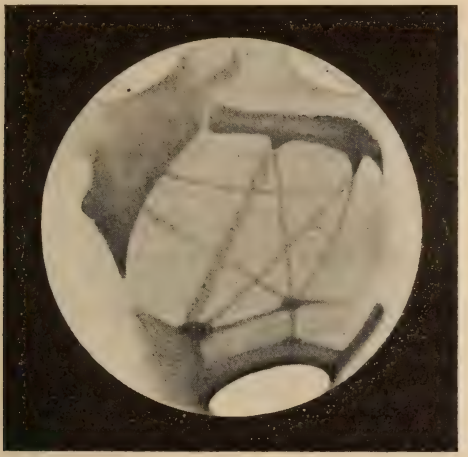


Fig. 43. — Aspect télescopique de la planète Mars (février 1901).

semble plus également partagé, et doit même posséder un peu plus de terre que d'eau. On n'y voit pas d'immenses océans entourant les continents et les séparant comme des îles; au contraire, les mers sont réduites à de longs golfes resserrés entre les terres, comme la Méditerranée

par exemple, et encore n'est-il pas certain que ces taches grises représentent toutes de véritables mers. On est convenu d'appeler *mers* les parties sombres légèrement teintées de vert, et de donner le nom de *continents* aux taches claires colorées de jaune. C'est la nuance du sol de Mars, due soit au sol lui-même, qui ressemblerait à celui que l'on observe au Sahara, ou même, en des régions moins arides, sur la ligne de Marseille à Nice, par exemple, dans les environs de l'Esterel, soit peut-être à certains végétaux. Dans mes voyages en ballon, j'ai souvent remarqué que la nuance des blés mûrs, éclairés par le soleil, est exactement celle que nous offrent les continents de Mars dans les bonnes heures d'observation.

Quant aux « mers », qu'il y ait là de l'eau ou un liquide quelconque, provenant surtout de la fusion des neiges polaires au printemps et en été, c'est à peu près certain; mais il est possible qu'il s'y ajoute de la végétation, des plantes aquatiques, ou peut-être de vastes prairies, qui nous paraissent d'ici d'autant plus foncées que l'eau qui les alimente a été plus abondante.

Mars est, comme notre globe, entouré d'une atmosphère protectrice, qui retient les rayons du Soleil et doit conserver, à la surface de la planète, une température moyenne favorable à l'entretien de la vie. Mais la circulation de l'eau, — si impor-

tante à la vie terrestre végétale et animale, qui s'effectue sur notre planète par l'évaporation des mers, les nuages, les vents, les pluies, les sources, les rivières et les fleuves, ramenant l'eau à la mer, — s'effectue tout autrement sur Mars ; car, comme nous le disions tout à l'heure, on n'y voit presque jamais de nuages. Au lieu d'être verticale, comme ici, cette circulation est horizontale : l'eau provient de la fonte des neiges polaires, s'insinue dans les canaux et les mers et revient se condenser aux pôles par un léger transport de vapeurs invisibles dirigé de l'équateur aux pôles. Jamais de pluies.

Nous venons de parler de *canaux*. L'une des grandes curiosités du monde martien est, sans contredit, l'aspect de ces lignes droites qui sillonnent sa surface de toutes parts et semblent réunir les mers entre elles. M. Schiaparelli, l'éminent directeur de l'Observatoire de Milan, qui les a découvertes en 1877, leur a donné le nom de canaux, sans, du reste, rien préjuger sur leur nature réelle. Sont-ce là, vraiment, des canaux ? Ces lignes droites, qui mesurent parfois six cents kilomètres de longueur sur plus de cent kilomètres de largeur, ont à peu près le même ton que les mers auxquelles elles aboutissent. Depuis un tiers de siècle, elles ont été revues par la plupart des observateurs. Mais il faut avouer que nous ne rapprochons encore Mars,

dans les meilleurs instruments, qu'à la distance de 60,000 kilomètres, ce qui est encore un peu loin, et il est certain que nous ne distinguons pas les véritables détails de la surface. Ces détails, à la limite de la visibilité, produisent sur nos yeux l'aspect des canaux. Ce sont peut-être des alignements de lacs ou d'oasis... L'avenir nous dévoilera, sans doute, ce mystère.

Quant aux habitants de Mars, ce monde se trouve dans une situation aussi favorable que notre globe pour être habité, et il serait difficile de lui découvrir des raisons de stérilité perpétuelle. Il nous paraît, au contraire, par ses variations d'aspects si rapides et si fréquentes, un monde extrêmement vivant. Son atmosphère toujours pure n'a pas la densité de la nôtre et ressemble à celle des plus hautes montagnes. Les conditions d'existence y diffèrent des nôtres, paraissent plus délicates, plus éthérées.

Là comme ici, le jour succède à la nuit, le printemps adoucit les rigueurs de l'hiver ; les saisons se déroulent, moins disparates que les nôtres, dont nous avons si souvent à nous plaindre; le ciel y est constamment pur ; jamais de tempêtes, d'ouragans ni de cyclones, le vent ne pouvant y acquérir aucune violence, à cause de la raréfaction de l'atmosphère et de la faible intensité de la pesanteur.

Différent du nôtre, ce monde pourrait bien

être plus agréable à habiter. Il est plus ancien que la Terre, plus petit, moins massif ; il a parcouru plus vite les phases de son évolution. Sa vie astrale est plus avancée et son humanité doit être supérieure à la nôtre, de même que nos successeurs, dans un million d'années, par exemple, seront moins grossiers et moins barbares que nous le sommes encore ; la loi du progrès régit tous les mondes et, de plus, la constitution physique de la planète Mars est moins épaisse que la nôtre.

Il n'y a aucune raison pour désespérer d'entrer jamais en communication avec ces êtres inconnus. Les points lumineux que nous observons quelquefois ne sont pas des signaux, mais des cimes élevées ou de légers nuages illuminés par le soleil levant ou le soleil couchant. Mais une communication future avec eux est une idée moins audacieuse et tout aussi scientifique que l'invention de l'analyse spectrale, des rayons *X* ou de la télégraphie sans fil.

Nous pouvons penser que la culture de l'astronomie est plus avancée sur Mars que sur la Terre, parce que l'humanité elle-même doit y être plus avancée, et parce que le ciel étoilé y est beaucoup plus beau, beaucoup plus facile à étudier, à cause de la limpidité de son atmosphère si calme et si pure.

Deux petites lunes (qui ne sont guère plus

larges que Paris) tournent rapidement autour de Mars ; on les nomme Phobos et Déimos. La première, à une distance de neuf mille kilomètres de la surface, accomplit sa révolution rapidement, en sept heures trente-neuf minutes, et fait ainsi, trois fois par jour, le tour entier du ciel. La seconde gravite à vingt-trois mille kilomètres et tourne autour de son centre d'attraction en trente heures dix-huit minutes. Ces deux satellites ont été découverts par M. Hall, à l'Observatoire de Washington au mois d'août 1877.

*
* *

Parmi les plus belles et les plus intéressantes curiosités célestes, les Martiens admirent, à certaines époques de l'année, tantôt le soir lorsque le soleil s'est plongé dans sa couche embrasée, tantôt le matin, un peu avant l'aurore, une magnifique étoile de première grandeur qui ne s'éloigne jamais beaucoup de l'astre du jour, et leur présente les mêmes aspects que Vénus nous offre à nous-mêmes. Cet astre resplendissant, qui a sans doute reçu les plus doux noms de ses contemplateurs, cette étoile radieuse colorée d'une jolie nuance vert-bleue, plane dans l'espace accompagnée d'une petite étoile, et étincelle,

comme un diamant splendide, après le coucher

Fig. 44. — La Terre vue de Mars.

du soleil, dans le pur ciel de Mars. Cet astre res-

plendissant, c'est la Terre, et la petite étoile qui l'accompagne est la Lune.

Oui, notre Terre est, pour les Martiens, une étoile du soir et du matin ; sans doute, ils en ont constaté les phases. Bien des vœux, bien des espérances ont dû s'envoler vers elle, et plus d'un cœur malheureux a probablement laissé son rêve irréalisable errer sur notre planète comme sur un séjour de bonheur où désirent se retrouver ceux qui ont souffert en leur monde natal. Mais notre planète, hélas ! n'est pas aussi parfaite qu'ils le pensent.

Ne nous éternisons pas sur Mars, et continuons notre excursion céleste vers Jupiter.

SIXIEME LEÇON

LES PLANÈTES

B. — JUPITER, SATURNE, URANUS, NEPTUNE

Avant d'atteindre le géant des mondes de notre système, nous devons faire une halte de quelques instants sur les petites planètes qui circulent entre l'orbite de Mars et celle de Jupiter. Ces astres minuscules, ces hameaux célestes, dont les plus gros ne mesurent guère plus de cent kilomètres de diamètre, sont des fragments de matière cosmique ayant appartenu à un vaste anneau, qui se sera formé au temps où le système solaire n'était qu'une immense nébuleuse, et qui, au lieu de se condenser en un seul globe voyageant entre Mars et Jupiter, s'est divisé en une quantité considérable de particules qui constituent, aujourd'hui, la république très curieuse et fort intéressante des astéroïdes.

Ces mondes lilliputiens ont reçu d'abord les noms des petites divinités mythologiques les plus célèbres : Cérès, Pallas, Junon, Vesta, etc.; mais, leur nombre s'accroissant rapidement, on a dû les baptiser de noms terrestres et modernes, et plus d'une fille d'Eve, Egérie d'un astronome, a, aujourd'hui, son nom inscrit dans les cieux. La première petite planète a été découverte le premier jour du dix-neuvième siècle, le 1er janvier 1801, par Piazzi, astronome à Palerme. Tandis qu'il observait, sous le beau ciel de Sicile, les petites étoiles de la constellation du Taureau, ce célèbre astronome en remarqua une qu'il n'avait jamais vue. Le lendemain, en dirigeant sa lunette vers le même point du ciel, il s'aperçut que la belle inconnue s'était déplacée, et les observations faites les jours — ou plutôt les soirs — suivants ne lui laissèrent plus aucun doute sur la qualité de cette voyageuse : c'était une planète, un astre errant parmi les constellations, et tournant autour du Soleil. Cette nouvelle venue fut enregistrée sous le nom de Cérès.

Depuis cette époque, on en a découvert plusieurs centaines occupant une zone qui s'étend sur une largeur de plus de 400 millions de kilomètres. Ces globules célestes sont invisibles à l'œil nu, mais il ne se passe pas d'année sans que les patients observateurs du ciel n'ajoutent de nouvelles et nombreuses recrues au catalogue,

déjà très important, de ces astres minuscules. On les découvre, le plus souvent aujourd'hui, par la photographie, en cherchant, sur les clichés, les petits points qui se déplacent.

JUPITER

Inclinons-nous, maintenant, avec respect, devant Jupiter, le géant des mondes. Cette glorieuse planète est vraiment la reine du système solaire.

Tandis que Mercure ne mesure que 4,750 kilomètres en diamètre, et Mars 6,728, Jupiter n'a pas moins de 140,920 kilomètres de largeur, c'est-à-dire qu'il est onze fois plus large que la Terre. Sa circonférence est de 442,500 kilomètres.

En volume, il vaut 1,295 globes terrestres ; il n'est donc qu'un millier de fois plus petit que le Soleil. Les premières planètes de notre système : Mercure, Vénus, la Terre et Mars réunis, ne formeraient qu'une masse insignifiante auprès de ce colosse. Cent vingt-six Terres, réunies en un même groupe, présenteraient une surface dont l'étendue ne serait pas encore tout à fait aussi vaste que la superficie de ce monde gigantesque. Ce globe immense pèse trois cent dix-sept fois plus que celui que nous habitons. Sa densité n'est que le quart de la nôtre ; mais la pesanteur y est deux fois et demie plus forte qu'ici ;

les matériaux constitutifs des êtres et des choses sont donc composés de matières bien plus légères que sur la Terre ; mais, comme la planète exerce une force d'attraction deux fois et demie plus puissante, ils sont, en réalité, plus lourds et pèsent davantage. Ainsi, une gracieuse jeune fille, du poids de cinquante kilos, transportée sur Jupiter, ferait immédiatement partie de la majestueuse Société des « Cent Kilos ».

Jupiter tourne sur lui-même avec une rapidité prodigieuse : il accomplit sa révolution diurne en moins de dix heures ! Là, le jour dure deux fois moins qu'ici et, tandis que nous comptons quinze jours sur notre calendrier, les Joviens en comptent trente-six ! Comme l'année de Jupiter égale presque douze des nôtres, l'almanach de cette planète contient 10,455 jours ! Certes, nos charmants petits calendriers de poche ne conviendraient guère à l'énumération complète des dates de ce vaste monde.

Ce globe splendide roule dans l'espace à une distance de 775 millions de kilomètres du Soleil. Il est donc cinq fois (5,2) plus éloigné de l'astre du jour que notre Terre et son orbite est cinq fois plus vaste que la nôtre. A cette distance, le Soleil ne sous-tend plus qu'un diamètre cinq fois plus petit que celui que nous voyons, et sa surface est vingt-sept fois moins étendue que celle qu'il nous présente, d'où il résulte que cette cité planétaire

reçoit, en moyenne, vingt-sept fois moins de chaleur et de lumière que nous n'en recevons.

Au télescope, Jupiter présente un aspect ana-

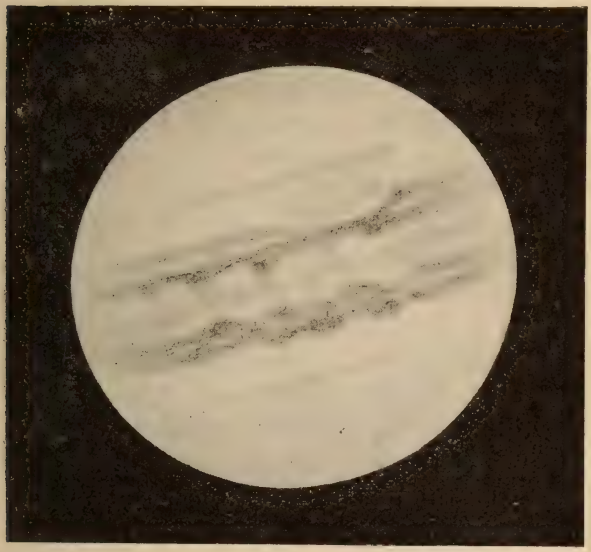


Fig. 45. — Jupiter vu au télescope.

logue à celui que pourrait offrir un monde couvert de nuages, enveloppé d'épaisses vapeurs.

Il est, en effet, d'ailleurs, le siège de perturbations formidables, de révolutions fantastiques qui le bouleversent perpétuellement, car, bien qu'étant de formation plus ancienne que la Terre, ce géant céleste n'est pas encore arrivé à l'état de

stabilité de notre séjour. Il est probable qu'en raison de son volume considérable, ce globe a conservé sa chaleur originaire et qu'il roule dans l'espace comme un soleil obscur, mais peut-être encore brûlant. Nous voyons en lui ce que devait être notre planète en son époque primordiale, aux premiers temps de la genèse terrestre.

Par sa révolution orbitale, qui demande près de douze ans, Jupiter revient en opposition avec le Soleil tous les 399 jours, ou un an et 34 jours, c'est-à-dire avec un mois et quatre jours de retard chaque année. A ces époques, il est situé à l'extrémité d'une ligne droite qui, en passant par la Terre, aboutirait au Soleil. Ce sont ces époques qu'il convient de choisir pour l'observer. Il brille alors, toute la nuit, comme une eclatante étoile de première grandeur, extrêmement blanche; on ne peut le confondre ni avec Vénus, plus lumineuse encore, car celle-ci n'est jamais visible à minuit, en plein Sud (mais au Sud-Ouest le soir ou au Sud-Est le matin), ni avec Mars, dont les feux sont rougeâtres.

L'immense planète présente, au télescope, un disque superbe qu'un grossissement de quarante fois nous montre aussi grand, en apparence, que celui de la Lune vue à l'œil nu. Sa forme n'est pas absolument sphérique, mais sphéroïdale, c'est-à-dire aplatie à ses pôles. L'aplatissement est de un dix-septième.

On sait que l'axe de la Terre est incliné d'une certaine quantité sur le plan de son orbite, et que c'est à cette inclinaison que nous devons nos saisons. Or, il n'en est pas de même pour Jupiter. Son axe de rotation reste presque droit pendant tout le cours de son année, et il en résulte l'absence complète de climats et de saisons. Là, il n'y a ni zone glaciale, ni zone tropicale ; la position de Jupiter est éternellement celle que la Terre présente vers l'équinoxe, et ce vaste monde jouit, pour ainsi dire, d'un printemps perpétuel. Il ne connaît ni les frimas, ni les neiges de l'hiver. La chaleur reçue du Soleil décroît graduellement de l'équateur aux pôles sans brusques transitions et la durée du jour et de la nuit y est égale pendant l'année éntière, sous toutes les latitudes. Voilà un monde bien privilégié !

Il est entouré d'une atmosphère très profonde très épaisse, qui subit des variations plus considérables que celles que peut produire le Soleil à une telle distance. L'analyse spectrale y découvre une grande quantité de vapeur d'eau, ce qui s'accorde pour montrer que cette planète possède, en propre, une chaleur encore très élevée.

Ce que nous voyons surtout, sur ce globe, ce sont des bandes, plus ou moins larges, des traînées blanches et grises, parfois teintées de jaune, de nuance marron ou chocolat, qui sillonnent la surface jovienne, principalement dans la région

de l'équateur. Ces différentes zones varient et se modifient constamment, soit dans leurs formes, soit dans leurs couleurs. Quelquefois, elles sont irrégulières, déchiquetées ; à d'autres moments, elles sont parsemées de taches plus ou moins brillantes. Ces taches ne sont pas fixes à la surface du globe comme les mers et continents de la Terre ; elles ne circulent pas, non plus, autour de la planète comme les satellites, en des révolutions régulières plus ou moins longues, mais elles sont relativement mobiles comme nos nuages dans l'atmosphère, et l'observation de leur mouvement ne donne pas la durée précise de la rotation de Jupiter. On en voit qui ne paraissent sur le disque agité que pour s'effacer rapidement; d'autres subsistent assez longtemps.

Il en est une que l'on observe depuis plus d'un quart de siècle, et qui semble presque immobile sur ce globe colossal. Cette tache qui, au commencement de son apparition était rougeâtre, est maintenant très pâle. Elle est ovale (voy. *fig.* 45) et mesure 42,000 kilomètres de longueur sur 15,000 de largeur. Elle est donc à peu près quatre fois plus longue que le diamètre de la Terre ; c'est, relativement au monde de Jupiter, la dimension de l'Australie par rapport à notre globe. La discussion des très nombreuses observations nous conduit à voir là une sorte de continent en formation, scorie nouvellement éclose

sur la surface mobile, encore liquide et chaude du géant Jupiter. Mais cette tache oscille sensiblement et semble une île flottante.

Ajoutons que ce vaste monde, comme le Soleil, *ne tourne pas tout d'une pièce.* On remarque huit courants différents à sa surface. Le plus rapide est celui de la zone équatoriale, qui accomplit sa révolution en 9 heures 50 minutes 29 secondes. Un point situé à l'équateur est donc emporté avec une vitesse de 12,500 mètres par seconde, et c'est cette rapidité vertigineuse de la rotation de Jupiter qui a produit l'aplatissement des pôles. De l'équateur aux pôles, la vitesse des courants diminue irrégulièrement, et la différence est de cinq minutes environ entre la durée du mouvement du courant équatorial et celle des courants Nord et Sud. Mais, ce qu'il y a de plus curieux encore, c'est que la vitesse de mouvement d'un même courant est elle-même soumise à certaines fluctuations ; ainsi, depuis un quart de siècle, le courant équatorial a progressivement ralenti sa marche. En 1879, la durée de rotation était de 9 heures 49 minutes 59 secondes, et, maintenant, elle est, comme nous venons de le voir, de 9 heures 50 minutes 29 secondes, ce qui représente un ralentissement sensible. La rotation de la tache rougeâtre, à vingt-cinq degrés de latitude australe, s'effectue en 9 heures 55 minutes 40 secondes, et varie elle-même.

Nous nous trouvons en présence d'un monde bien étrange. C'est le monde de l'avenir.

Ce géant gravite dans l'espace accompagné d'un cortège de neuf satellites, dont quatre très gros, que voici :

	Noms	Distances à la surface de Jupiter	Temps des révolutions
I	Io	419.450 kilomètres	1 jour 18 heures
II	Europe	667.000 —	3 jours 13 —
III	Ganymède	1 064.000 —	7 — 4 —
V	Callisto	1.871.000 —	16 — 16 —

Ces quatre principaux satellites de Jupiter ont été découverts en même temps, les mêmes soirs (7, 8 et 9 janvier 1610), par les deux astronomes qui dirigèrent une lunette vers Jupiter : Galilée en Italie et Simon Marius en Allemagne. Ils sont visibles, en effet, dans la plus petite lunette. Le troisième est le plus volumineux.

Le 9 septembre 1892, Barnard, à l'Observatoire Lick (Californie), a découvert un nouveau satellite tout à fait minuscule et très proche de la gigantesque planète. C'est le cinquième par la date de sa découverte.

Les VIe et VIIe ont été découverts en 1904 et 1905 par Perrine aux Etats-Unis ; le VIIIe en 1908, par Melotte en Angleterre ; le IXe en 1914, par Nicholson en Californie. Ce dernier, de 19e grandeur, est totalement invisible. Seule la photographie le montre. Ces minuscules satellites, comme le Ve, n'ont d'autre désignation que le numéro d'ordre de leur découverte.

Tel est le système splendide du puissant Jupiter. Naguère encore, cette belle planète illuminait sans doute de sa propre lumière son cortège de mondes qui puisaient en elle des trésors de vie ; mais, aujourd'hui, ces lunes versent à leur tour, sur le globe central éteint, la pâle et douce lumière qu'elles reçoivent de notre foyer solaire, et illuminent les courtes nuits joviennes (qui

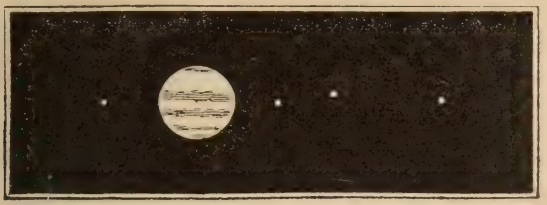


Fig. 46. — Jupiter et ses quatre principaux satellites.

durent moins de cinq heures, à cause du crépuscule) de leurs variables clartés.

A la distance du premier satellite, Jupiter présente un disque *quatorze cents fois* plus vaste que celui de la pleine lune ! Quel spectacle éblouissant, quel tableau féerique doit offrir cet astre énorme aux habitants de ce petit monde ! Et comme notre Terre et notre Lune font triste figure auprès d'un tel système, véritable miniature du grand système solaire !

Nos aïeux n'ont-ils pas été bien inspirés en donnant à cette majestueuse planète l'attribution

de la souveraineté de l'Olympe? Son éclat correspond à sa grandeur réelle. Sa domination, dans le ciel de minuit, est unique. Ici encore, comme pour Vénus, Mars et Mercure, l'Astronomie a créé la légende des fables mythologiques.

Ajoutons, en terminant, comme déjà nous l'avons fait remarquer plus haut (p. 143), qu'à partir de la distance de Jupiter notre Terre devient à peu près invisible pour les habitants des autres mondes.

SATURNE

Revoyons, un instant, le plan du système solaire (p. 135).

Il nous a fallu franchir 775 millions de kilomètres en partant du Soleil, pour atteindre l'orbe immense de Jupiter, qui roule dans l'espace à 626 millions de kilomètres de l'orbite terrestre. De Jupiter, il nous faudra parcourir une étendue de 646 millions de kilomètres pour atteindre le merveilleux système de Saturne, sur lequel nous allons arrêter notre regard et notre pensée.

Fils d'Uranus et de Vesta, Saturne était le dieu du Temps et du Destin. On le représente, généralement, sous les traits d'un vieillard portant une faux. Son caractère mythologique n'est que l'expression de son aspect céleste, comme nous l'avons remarqué pour l'éclatant Jupiter, pour la

blanche Vénus, pour le rouge Mars et pour l'agile Mercure. La révolution de Saturne est la plus lente de celles des planètes connues des anciens : elle demande presque trente ans pour s'accomplir, et, à cette distance-là, le monde saturnien, quoique brillant encore de l'éclat d'une étoile de première grandeur, n'offre, à nos yeux, qu'une teinte pâle et plombée. C'est bien le dieu du Temps, à la marche lente et presque funéraire.

Le pauvre Saturne n'a pas été favorisé des poètes et des astrologues. Il avait la réputation détestable d'être une source inépuisable de malheurs et de mauvais sorts, ce dont il est fort innocent, car il ne s'inquiète guère de notre globe ni de ses habitants.

Ce monde plane dans l'immensité des cieux à une distance de 1,428 millions de kilomètres du Soleil. Il est donc près de dix fois plus éloigné de l'astre du jour que la Terre, et, pourtant, c'est toujours le dieu Soleil qui illumine ses jours et gouverne ses années. Son orbite gigantesque est dix fois plus large que la nôtre.

Sa révolution autour du Soleil s'accomplit en 10,759 jours, soit 29 ans 167 jours, et, comme cette fantastique planète tourne sur elle-même très rapidement, en 10 heures 15 minutes, son année ne compte pas moins de 25,217 jours ! Quel calendrier ! Les Saturniens doivent avoir une mémoire prodigieuse pour ne pas s'embrouiller

dans ce nombre interminable de jours ! Voilà un monde bien curieux, où chaque année en vaut presque trente des nôtres, et où le jour est plus de moitié moins long que chez nous. Mais nous trouverons, chez lui, d'autres différences encore bien plus extraordinaires.

D'abord, il est près de neuf fois et demie plus large que notre monde. C'est un globe, non pas sphérique, mais sphéroïdal, et l'aplatissement de ses pôles, qui est de un dixième, surpasse celui de toutes les planètes, même celui de Jupiter. Il suit de là que son diamètre équatorial est de 120,000 kilomètres, tandis que son diamètre polaire n'en mesure que 110,000.

En volume, Saturne est 745 fois plus considérable que la Terre, mais sa densité n'est que les 128 millièmes de la nôtre, c'est-à-dire que les matériaux qui le composent sont beaucoup moins lourds, de sorte qu'il ne pèse que 95 fois plus que notre globe. Sa surface est 85 fois plus vaste que celle de la Terre, ce qui est assez respectable.

L'inclinaison de l'axe de rotation de Saturne est à peu près la même qu'ici ; nous en concluons donc que les saisons de cette planète sont analogues aux nôtres en intensité relative. Seulement, sur ce monde lointain, chaque saison dure sept ans. A la distance où il gravite dans l'espace, la chaleur et la lumière qu'il reçoit du Soleil sont 90 fois moins vives que celles que nous en

recevons; mais il possède une atmosphère qui semble très épaisse et qui peut être constituée de façon à conserver cette chaleur et à maintenir la planète dans un état calorifique peu inférieur au nôtre.

Vu au télescope, le disque de Saturne présente de larges bandes qui rappellent celles de Jupiter, quoique plus larges et moins accentuées. Ce sont,

Fig. 47. — SATURNE.

sans doute, des zones de nuages ou des courants rapides qui circulent dans l'atmosphère. On remarque aussi des taches dont le déplacement a permis de calculer le mouvement diurne de ce globe.

Mais le caractère le plus extraordinaire de ce monde étrange est l'existence d'un vaste *anneau* presque plat et fort large qui enveloppe entière-

ment le corps de la planète, et reste suspendu dans le ciel saturnien, comme un gigantesque arc de triomphe, à la hauteur de 20,000 kilomètres environ au-dessus de l'équateur. Cette arche splendide est circulaire, comme une immense couronne illuminée par le Soleil. D'ici, nous ne la voyons qu'obliquement, et elle nous paraît elliptique; une partie de l'anneau semble passer devant Saturne, et son ombre se dessine sur la planète, tandis que la partie opposée passe par derrière.

Cet anneau, qui mesure 229,000 kilomètres de diamètre et moins de 100 kilomètres d'épaisseur, est divisé en trois zones distinctes : l'extérieure est moins lumineuse que celle du milieu, laquelle est toujours plus brillante que la planète elle-même; l'intérieure est très foncée, et s'étend comme un voile sombre et quelque peu transparent, à travers lequel on distingue Saturne.

Quelle est la nature de ces vastes cercles concentriques qui entourent la planète d'une auréole lumineuse? Nous savons, aujourd'hui, qu'ils se composent d'un nombre inimaginable de particules, d'une quantité de fragments cosmiques qui, emportés dans un tournoiement rapide, gravitent autour de la planète à des distances et avec des vitesses variables. Les parties les plus proches doivent accomplir leur révolution en 5 heures 50 minutes, et les plus éloignées en

12 heures 5 minutes environ, sous peine de s'effondrer à la surface de Saturne : c'est leur force centrifuge qui les soutient dans l'espace.

Dans une bonne lunette, le spectacle de ces anneaux est d'un effet saisissant, et l'esprit ne peut se défendre d'une véritable émotion en contemplant cette merveille qui ceint d'une cou-

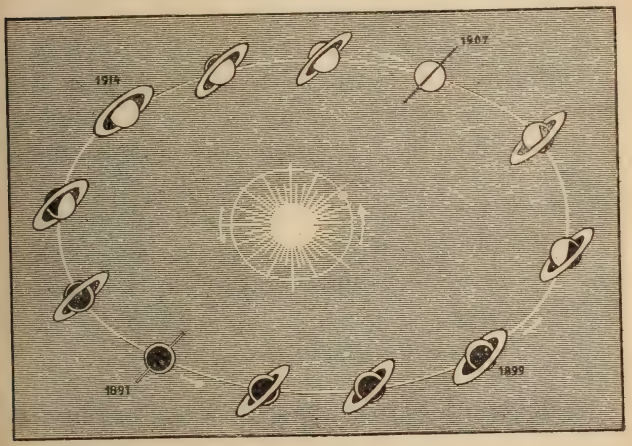


Fig. 48. — Variation de perspective des aspects de Saturne.

ronne d'or un des frères de notre patrie terrestre. Les aspects varient avec la perpective relativement à la Terre, comme on peut s'en rendre compte par la figure ci-dessus.

Ne quittons pas la province saturnienne sans

mentionner les dix satellites qui forment son splendide cortège :

Noms	Distances à la planète	Temps des révolutions			
Mimas . . .	183 850 kil.		22 heures	37 min.	
Encelade . .	235.960 —	1 jour	8 —	53 —	
Téthys . . .	291.650 —	1 —	21 —	18 —	
Dioné . . .	374.300 —	2 jours	17 —	41 —	
Rhéa . . .	522 820 —	4 —	12 —	25 —	
Titan . . .	1.210 920 —	15 —	22 —	41 —	
Thémis . . .	1.449.270 —	20 —	20 —	24 —	
Hypérion . .	1.466.640 —	21 —	6 —	39 —	
Japet . . .	3.527.970 —	79 —	7 —	56 —	
Phœbé . . .	12.815.900 —	550 —	10 —	34 —	

Voilà un merveilleux système et, de plus, dix espèces de mois différents pour les habitants de Saturne, dix lunes aux phases constamment variées jonglant au delà des anneaux !

Maintenant, nous allons franchir, d'un bond, les 1,400 millions de kilomètres qui nous séparent de l'avant-dernière station de l'immense réseau solaire.

URANUS

Le 13 mars 1781, William Herschel, astronome hanovrien émigré en Angleterre, qui avait abandonné l'étude de la musique pour se consacrer à la sublime science du Ciel, observait les vastes champs constellés de l'or des étoiles, lorsqu'il remarqua un point lumineux dont le diamètre lui parut supérieur à celui des autres lueurs célestes. Il remplaça le grossissement de son télescope par des oculaires plus puissants, et

constata que le diamètre apparent de l'astre augmentait proportionnellement à l'amplification du pouvoir optique, ce qui n'arrive pas pour les étoiles, éloignées à l'infini. Les observations faites, les soirs suivants, lui permirent de noter le lent mais perceptible mouvement de cet astre sur la sphère céleste, et ne lui laissèrent plus aucun doute : il ne s'agissait pas là d'une étoile, mais d'un astre plus rapproché, probablement d'une comète, car l'éminent astronome n'osait prévoir la découverte d'une nouvelle planète. Et c'est ainsi, sous la dénomination d'astre cométaire, que ce septième enfant du Soleil fut annoncé. Les astronomes cherchèrent à déterminer le mouvement de la nouvelle venue, à lui trouver une orbite elliptique, comme celles de la plupart des comètes. Mais leurs efforts restèrent vains, et, après plusieurs mois d'études, on dut conclure qu'il s'agissait là d'une nouvelle planète, reculant les bornes du système solaire bien au delà de la frontière saturnienne admise depuis l'antiquité.

Ce nouveau monde reçut le nom d'Uranus, père de Saturne, son plus proche voisin dans l'empire du Soleil. Uranus brille dans le firmament comme une petite étoile de sixième grandeur, invisible à l'œil nu pour les vues ordinaires, à une distance de 2,873 millions de kilomètres du Soleil. Plus petite que Jupiter et que Saturne, cette planète est, néanmoins, plus grosse que

Mercure, Vénus, Mars et la Terre réunis, ce qui laisse entrevoir des proportions encore très dignes de notre respect et de notre admiration.

Son diamètre a pu être évalué à 55,000 kilomètres environ, c'est-à-dire à un peu plus de quatre fois la largeur du diamètre terrestre. Soixante-neuf fois plus volumineux que la Terre et dix-sept fois plus étendu en surface, ce nouveau monde est, en densité, beaucoup plus faible que le nôtre. La matière qui le compose est presque cinq fois plus légère que celle de notre globe.

L'analyse spectrale a constaté que cette lointaine planète est entourée d'une atmosphère très différente de celle que nous respirons, et qui renferme des gaz n'existant pas dans la nôtre.

Le globe uranien parcourt les champs de l'infini en suivant une vaste orbite dix-sept fois plus large que la nôtre, et sa révolution dure 36,688 jours, ou 84 ans 8 jours. Il roule lentement et tristement sous les rayons pâles et languissants du Soleil, qui lui envoie près de trois cents fois moins de lumière et de chaleur qu'à nous. A cette distance, le disque solaire ne présente plus qu'un diamètre dix-sept fois moins large que celui que nous admirons, et une surface trois cents fois moins vaste. Certes, voilà un monde qui doit manquer de gaieté ! Et cette interminable année ! Les êtres inoccupés qui ont l'habitude de s'en-

nuyer doivent trouver le temps encore plus long sur Uranus que sur notre petite Terre, où les jours s'envolent si rapidement. Et si les choses s'y passaient comme ici, un bébé de un an, commençant à babiller dans les bras de sa nourrice, aurait déjà vécu autant qu'un vieillard de quatre-vingt-quatre ans sur la Terre.

Mais, ce qui doit singulièrement compliquer le calendrier des Uraniens, ce sont les quatre lunes qui accompagnent la planète et accomplissent leurs révolutions en quatre espèces de mois de deux, quatre, huit et treize jours, comme on peut le voir par le petit tableau suivant :

Noms	Distances à la planète	Temps des révolutions
1 Ariel. . .	167.000 kilom.	2 jours 12 heures 29 min.
2 Umbriel . .	231.000 —	4 — 3 — 27 —
3 Titania . .	411.000 —	8 — 16 — 56 —
4 Obéron . .	549.000 —	13 — 11 — 7 —

Le fait le plus curieux est que ces satellites ne tournent pas comme ceux des autres planètes. Tandis que les lunes de la Terre, de Mars, ainsi que les principales de Jupiter et de Saturne accomplissent leurs révolutions de l'Ouest à l'Est, les satellites d'Uranus tournent dans un plan presque perpendiculaire à l'écliptique, et il en est sans doute de même de la rotation de la planète.

Si nous devions quitter la Terre pour aller nous fixer sur un autre monde, nous élirions domicile

plus volontiers sur Mars que sur Uranus, où tout doit être si différent de ce que nous voyons ici-bas. Mais qui sait? Après tout, cette planète nous offrirait peut-être bien des surprises agréables. Il ne faut jurer de rien...

NEPTUNE

Nous arrivons, ici, aux frontières actuellement connues du système solaire. En abordant sur le monde de Neptune qui, dans un crépuscule éternel, vogue dans les cieux à plus de quatre milliards de kilomètres du centre commun d'attraction des astres planétaires, nous admirons, une fois de plus, la puissance de la Science.

Uranus avait été découvert par le télescope. Neptune l'a été par le calcul.

En dehors de l'influence solaire, les mondes exercent, les uns sur les autres, une attraction mutuelle qui dérange un peu l'harmonie réglée par le Soleil. Les plus forts agissent sur les plus faibles, et le colossal Jupiter, à lui tout seul, est la cause de bien des perturbations dans notre grande famille solaire. Or, en observant régulièrement la position d'Uranus dans l'espace, on n'avait pas tardé à remarquer des irrégularités inexpliquées. Les astronomes ayant pleine confiance dans l'universalité de la loi de l'attraction,

ne pouvaient attribuer ces irrégularités qu'à l'influence d'une planète inconnue située plus loin encore. Mais à quelle distance?

On a remarqué une proportion fort simple, connue sous le nom de « loi de Bode », qui sert à indiquer approximativement la distance relative des planètes au Soleil. Voici en quoi elle consiste. En partant de zéro, écrivons le nombre 3 et doublons successivement :

0 3 6 12 24 48 96 192 384

Puis, additionnons le chiffre 4 à chacun des nombres précédents, et nous aurons la série suivante :

4 7 10 16 28 52 100 196 388

Or, fait très curieux, si l'on représente par 10 la distance de la Terre au Soleil, le chiffre 4 représente l'orbite de Mercure, le 7, celle de Vénus, le 16, celle de Mars; le nombre 28 marque la distance moyenne des petites planètes ; les distances de Jupiter, Saturne et Uranus s'accordent avec 52, 100 et 196.

L'immortel mathématicien français Le Verrier, qui poursuivait la solution du problème uranien, supposa, naturellement, que la planète perturbatrice devait se trouver vers la distance 388 et fit ses calculs en conséquence. La direction dans le ciel était donnée par la forme des perturba-

tions, l'orbite d'Uranus étant, en quelque sorte, gonflée du côté de la cause perturbatrice.

Le 31 août 1846, Le Verrier annonça la position de la planète ultra-uranienne, et, le 23 septembre suivant, un astronome allemand, Galle, de l'Observatoire de Berlin, qui venait de recevoir ce calcul, dirigea une lunette vers le point du ciel indiqué où il constata, en effet, la présence de l'astre nouveau. Le Verrier, sans sortir de son cabinet de travail, avait senti, par la seule puissance des mathématiques, et en quelque sorte touché du bout de sa plume, la mystérieuse inconnue.

Seulement, les observations et les calculs montrèrent qu'elle est moins éloignée que ne l'indiquait la proportion précédente, car elle gravite à la distance 300, celle de la Terre au Soleil étant représentée par 10.

Cette planète fut appelée Neptune, dieu des mers, fils de Saturne et frère de Jupiter. Ce nom est assez bien donné, si l'on songe que le roi des eaux vivait dans l'obscurité du fond des mers, et que l'astre de Le Verrier est plongé, lui aussi, dans la demi-obscurité du fond de l'océan des cieux. Mais on l'a surtout choisi pour rendre justice à un astronome anglais, Adams, qui avait fait les mêmes calculs que Le Verrier et obtenu le même résultat, sans le publier : le travail était resté dans les cartons de l'Observatoire de Green-

wich. Chacun sait que les Anglais tiennent actuellement la domination des mers, que partout où, trempant leur doigt dans l'eau, ils la trouvent salée, ils sont convaincus d'être chez eux, et que « le trident de Neptune est le sceptre du monde ».

Une distance de quatre milliards cinq cents millions de kilomètres sépare Neptune du foyer solaire.

A un tel éloignement, trente fois plus grand que celui qui existe entre le Soleil et notre monde, Neptune reçoit neuf cents fois moins de lumière et de chaleur que nous ; c'est-à-dire que le Spitzberg et les régions polaires de notre globe sont de vraies fournaises auprès de ce que doit être la température neptunienne ! Absolument invisible à l'œil nu, ce monde offre, dans une lunette, l'aspect d'une étoile de huitième grandeur. Des grossissements puissants permettent de mesurer son disque, qui semble légèrement teinté de bleu. Son diamètre est quatre fois plus large que le nôtre et mesure 48,000 kilomètres environ ; sa surface est seize fois plus vaste que celle de la Terre, et, pour égaler son volume, il faudrait réunir cinquante-cinq globes semblables au nôtre. La pesanteur à sa surface doit être à peu près la même qu'ici, mais sa densité moyenne n'est que le tiers de celle de la Terre.

Il gravite lentement, en se traînant le long d'une orbite trente fois plus vaste que celle de

notre globe, et sa révolution dure 164 ans 281 jours, ou 164 ans 9 mois. Une seule année de Neptune compte donc plusieurs générations d'hommes terrestres ! Que la vie doit être étrange sur ce monde aux pas de tortue !

Tandis que, dans leur mouvement de translation, Mercure franchit quarante-sept kilomètres par seconde, et la Terre vingt-neuf et demi, Neptune roule, le long de son orbite immense, à raison de cinq kilomètres et demi seulement.

La distance formidable qui nous en sépare ne nous permet pas de rien distinguer à sa surface, mais l'analyse spectrale nous a révélé la présence d'une atmosphère absorbante dans laquelle se trouvent des gaz qui sont inconnus dans l'air de notre planète, et dont la composition chimique ressemble à celle de l'atmosphère d'Uranus.

Un satellite a été découvert à Neptune. Il est très incliné et tourne de l'Est à l'Ouest.

*
* *

Nous voici arrivés au terme de notre voyage interplanétaire ; après avoir visité les vastes provinces de la république solaire, nous éprouvons encore plus d'admiration et de reconnaissance pour le flambeau solaire qui gouverne, échauffe et illumine les mondes de son système. Remar-

quons, en terminant, que la Terre, splendide étoile vue de Mercure, Vénus et Mars, commence à disparaître dès Jupiter, où elle n'est plus qu'une étincelle oscillant de part et d'autre du Soleil et passant de temps en temps devant lui sous l'aspect d'un petit point noir. De Saturne, la visibilité de notre planète est encore plus réduite. Quant à Uranus et Neptune, nous sommes invisibles de là, du moins pour des yeux construits comme les nôtres. Nous n'avons point, dans l'univers, l'importance dont nous aimerions nous gratifier.

Neptune est, quant à présent, le gardien des bornes de notre système céleste ; laissons-le veiller sur cette lointaine frontière ; mais, avant de nous retrouver sur la Terre, nous allons jeter un coup d'œil sur certains astres fantaisistes, sur les comètes capricieuses et folles, qui sillonnent l'espace de leurs vols légers.

SEPTIÈME LEÇON

LES COMÈTES

LES ÉTOILES FILANTES, LES BOLIDES, LES URANOLITHES

Que de merveilles ont défilé devant nos yeux éblouis, depuis les premières pages de ces causeries! Nous avons passé en revue la magnifique armée des étoiles qui peuplent les vastes champs des cieux; puis, successivement, nous avons admiré, non sans surprise, des soleils très différents du nôtre; et, descendant toujours des profondeurs de l'espace, franchissant d'un bond l'abîme qui nous sépare de ces lueurs mystérieuses, lointains flambeaux de nos nuits sombres, formidables soleils de l'infini, nous avons abordé notre étoile bien-aimée, l'astre du jour ardent et superbe. Nous avons, ensuite, visité sa céleste famille, son système, dont notre Terre est une île flottante. Mais cette visite serait incomplète, si nous oubliions certains astres plus ou moins

vagabonds, qui s'approchent parfois du Soleil et de la Terre et dont quelques-uns même peuvent nous rencontrer sur leur céleste route. Il s'agit d'abord des comètes, puis des étoiles filantes, des bolides, des uranolithes.

Brillantes et rapides messagères de l'immensité, les comètes aux ailes d'or glissent légèrement dans l'espace, momentanément illuminé par leur présence. D'où viennent-elles ? Où vont-elles ?

Combien de questions ne nous posent-elles pas, lorsqu'elles embrasent, comme un beau feu d'artifice, les hauteurs du firmament de leur étrange lumière !

Mais, d'abord, qu'est-ce qu'une comète?

Si, au lieu de vivre au temps du télescope, de l'analyse spectrale et de la photographie céleste, nous étions antérieurs à Galilée et à l'affranchissement de l'esprit humain par l'Astronomie, nous répondrions qu'une comète est un objet de terreur, un dangereux maléfice qui apparaît aux mortels, dans la pureté des cieux immaculés, pour annoncer aux habitants de notre planète les plus épouvantables malheurs. Une comète vient-elle trôner dans le firmament? Le prince régnant peut faire son testament et se préparer à mourir. Telle autre exploratrice du ciel annonce la guerre, la famine, l'arrivée de maladies épidémiques. Les astrologues avaient vraiment beau jeu, et leur

Fig. 49. — La grande Comète de 1858
passant près de l'étoile Arcturus.

esprit fécond pouvait se livrer à toutes les conjectures possibles, car les malheurs, grands ou petits, ne sont pas absolument rares en notre monde sublunaire.

Depuis l'antiquité jusqu'au milieu du siècle dernier, combien d'esprits, non des plus vulgaires, ont maudit l'apparition de ces astres chevelus, jetant la désolation dans le cœur des hommes et répandant de fatales effluves sur la tête de notre pauvre humanité! L'histoire des superstitions et des craintes qu'elles inspiraient autrefois fournirait la matière du plus étrange des romans. Mais, d'autre part, le volume serait peut-être peu flatteur pour le bon sens de nos aïeux. Malgré tout le respect que nous devons à nos ancêtres, rappelons, un instant, les préjugés se rattachant aux plus célèbres comètes dont le passage en vue de la Terre nous a été conservé par l'histoire.

*
* *

Sans remonter au déluge, nous voyons que les Romains avaient établi une relation entre la grande comète de l'an 43 avant J.-C. et la mort de César, assassiné quelques mois auparavant. C'était, disaient-ils, l'âme de leur grand capitaine, transportée au ciel pour régner dans l'em-

pyrée, après avoir régné ici-bas. Les empereurs n'étaient-ils pas dieux de la terre et des cieux ?

Il est juste de reconnaître que certains esprits plus indépendants s'affranchissaient de ces préjugés, et l'on cite la réponse de Vespasien à ses amis, inquiétés par le mauvais présage d'une comète flamboyante : « Ne craignez rien, leur dit-il, cette étoile chevelue ne me regarde pas ; elle menace plutôt mon voisin, le roi des Parthes, puisqu'il est chevelu et que je suis chauve. »

En l'an 837, le ciel fut visité par une de ces mystérieuses inconnues. C'était sous le règne de Louis le Débonnaire. Dès que le roi aperçut la comète, il fit venir un astrologue et lui demanda ce qu'il fallait présumer de cette apparition. Les réponses qu'il reçut ne le satisfaisant pas, il voulut conjurer le mauvais sort en adressant des prières au ciel, en ordonnant le jeûne à toute sa cour, et en faisant bâtir des églises. Nos lectrices savent qu'il mourut, néanmoins, trois ans plus tard, en 840, et les historiens profitèrent de cette légère coïncidence pour trouver une corrélation entre l'astre funeste et la mort du souverain. Cette comète, très fameuse dans l'histoire, n'est autre que la comète de Halley en l'une de ses apparitions.

Cette comète, d'ailleurs, revint explorer les environs du Soleil en 1066, au moment où Guil-

laume de Normandie faisait la conquête de l'Angleterre et allait sottement régner à Londres, au lieu de rester chez lui et d'annexer l'Angleterre, fondant ainsi, par là, l'éternelle rivalité de cette île avec la France. On attribua à la comète une heureuse influence sur la victoire d'Hastings.

Quelques siècles plus tard, elle revint de nouveau en vue de la Terre, en 1456, trois ans après la prise de Constantinople par les Turcs. L'émotion fut considérable en Europe, et l'on voyait, dans ce signe céleste, une preuve de la colère divine. L'instant était décisif ; il s'agissait de sauver les chrétiens d'une lutte où ils faiblissaient. Le pape Calixte III ressuscita, en cette occurrence, une prière tombée en désuétude, l'*Angelus*, et ordonna que les cloches de toutes les églises fussent sonnées chaque jour à midi, comme elles l'étaient déjà le matin et le soir, afin de réunir tous les fidèles dans une même prière contre les ennemis de l'Église.

On attribua encore, à la comète de 1500, la tempête qui causa la mort de Bartholomé Diaz, célèbre navigateur portugais qui découvrit le cap de Bonne-Espérance.

En 1528, un astre chevelu, d'aspect effroyable, terrifia notre monde, et les esprits les plus sérieux furent influencés par cette comète si menaçante qui brillait au ciel comme une « grande

épée ensanglantée ». Dans un chapitre sur les « monstres célestes », le célèbre chirurgien Ambroise Paré décrit ce phénomène effrayant en des

Fig. 50. — Ce que nos aïeux voyaient dans une comète d'après Ambroise Paré (1528).

termes qui n'ont rien de séduisant, ni même de rassurant, et nous montre cette épée menaçante entourée de têtes coupées.

Nos pères voyaient bien d'autres prodiges dans

le ciel : leurs petites-filles, moins crédules, s'en rendront compte par le fac-similé reproduit ci-contre des dessins publiés en l'an 1557 par Conrad Lycosthènes dans son curieux *Livre des Prodiges.*

La comète de 1556 coïncida avec les dernières années de Charles-Quint qui renonça au pouvoir sur ses États, si vastes que « le soleil ne s'y couchait jamais », et se retira dans un monastère où il passa le reste de ses jours en prières et en dévotions.

Certes, les comètes présentent souvent des formes étranges ; mais l'imagination est aussi vraiment bien féconde pour voir en elles les figures les plus dramatiques. Au moyen âge et à la renaissance, ce sont des épées de feu, des croix ensanglantées, des poignards enflammés, etc., tous objets épouvantables prêts à détruire notre pauvre race humaine ! Du temps des Romains, Pline fait, entre elles, des distinctions curieuses « Les *Barbues* laissent descendre leur chevelure en forme d'une barbe majestueuse ; le *Javelot* semble se lancer comme un trait ; si la queue est plus courte et se termine en pointe, on l'appelle l'*Epée* : c'est la plus pâle de toutes les comètes ; elle a comme l'éclat d'une épée, sans aucun rayon ; le *Plat* ou le *Disque* porte un nom conforme à sa figure ; sa couleur est celle de l'ambre ;

Combat et signes « vus » dans le Ciel en 1547.

Cerf et armées « vus » dans le Ciel le 19 juillet 1550.

Soleil traversé d'une verge sanglante et cavaliers : 11 juin 1554.

Fig. 51. — Prodiges vus dans le ciel par nos pères.

le *Tonneau* a réellement la figure d'un tonneau que l'on concevrait enfoncé dans une fumée pénétrée de lumière ; la *Corne* imite la figure d'une corne dressée dans les airs, et la *Lampe*, celle d'un flambeau ardent ; la *Chevaline* représente une crinière de cheval que l'on agiterait violemment par un mouvement circulaire. Il y a des comètes hérissées; elles ressemblent à des peaux de bêtes garnies de leurs poils et sont entourées d'une nébulosité. Enfin, on a vu la queue de certaines comètes menacer le ciel en forme de lances. »

Ces astres chevelus, qui apparaissent dans toutes les directions et dont les trajectoires sont même, parfois, perpendiculaires au plan de l'écliptique, paraissaient n'obéir à aucune loi régulière. Au dix-septième siècle encore, le perspicace Képler lui-même n'avait pas deviné leur véritable personnalité, et il voyait en elles, comme presque tous ses contemporains, des émanations de la Terre, des sortes de vapeurs, se perdant dans l'espace. On ne pouvait assimiler ces astres fantastiques aux autres membres de notre belle famille solaire, où tout se passe, en général, assez régulièrement.

Et même encore, de nos jours, n'a-t-on pas vu le peuple s'affoler à la vue d'une comète flamboyante ? N'a-t-on pas prédit, bien souvent, la fin du monde par une comète ? Ces prédictions

sont, pour ainsi dire, périodiques ; elles naissent chaque fois que le retour de ces formations cosmiques est annoncé par les astronomes, et, toujours elles rencontrent un certain nombre d'âmes timorées qui se lamentent sur nos destinées.

*
* *

Nous savons, aujourd'hui, que ces vagabondes sont soumises aux lois générales qui régissent l'univers. Le grand Newton annonça qu'elles obéissent, comme les planètes, à l'attraction universelle ; qu'elles doivent parcourir des courbes extrêmement allongées, et revenir périodiquement au foyer de l'ellipse. En se basant sur ces données, Halley calcula la marche de la comète de 1682 et constata que son mouvement offrait une telle similitude avec les apparitions de 1531 et 1607, qu'il crut pouvoir les identifier et annoncer un retour vers l'année 1759. Fidèle à l'appel qui lui était adressé, attirée irrésistiblement par l'astre du jour, la comète, pâle d'abord, puis frémissante, ardente, embrasée, revint à la date qui lui était assignée par le calcul, trois ans après la mort de l'illustre astronome. En brillant sur son tombeau, elle venait glorifier la puissance de la pensée humaine, arrachant au ciel ses secrets les plus insaisissables !

Cette belle comète revient, tous les 76 ans, en vue de la Terre, et s'est déjà présentée vingt-quatre fois aux regards émerveillés. Elle paraît, toutefois, diminuer de grandeur. Son dernier passage a eu lieu en 1910 ; elle a brillé à nos yeux pendant une année et a même touché la Terre, de l'extrémité de sa queue, le 19 mai. Elle reviendra en 1986.

Fig. 52. — L'orbite d'une comète périodique.

Les comètes suivent donc des orbites très allongées, tantôt elliptiques, tournant autour du Soleil, tantôt des orbites paraboliques les lançant dans l'infini. Dans le premier cas, elles sont périodiques (*fig.* 52), et leur retour peut être calculé. Dans le second, elles viennent nous surprendre sans se faire annoncer, et s'en retournent dans les abîmes de l'immensité pour ne plus jamais reparaître.

Leur vitesse est plus rapide encore que celle des planètes : elle est égale à celle-ci multipliée par la racine carrée de 2, c'est-à-dire par 1,414. Ainsi, à la distance de la Terre au Soleil, cette vitesse est de 29,500 mètres par seconde multipliée par le nombre précédent, c'est-à-dire de 41,700 mètres. A la distance de Mercure elle est de 47 × 1,414 ou de 66,460 mètres.

Parmi les nombreuses comètes observées, nous n'en connaissons encore qu'une vingtaine dont l'orbite ait pu être déterminée. La périodicité de ces astres chevelus est donc exceptionnelle, surtout si l'on songe au nombre inimaginable de comètes qui circulent dans l'immensité des cieux. Képler n'exagérait rien en disant « qu'il y a autant de comètes dans le ciel que de poissons dans l'Océan ». Ces touristes du monde sidéral forment une véritable armée et, si nous ne connaissons que leurs généraux éblouissants et tout d'or revêtus, c'est simplement parce que les plus modestes d'entre elles ne se laissent saisir que dans les lunettes astronomiques. Longtemps avant l'invention du télescope, ces exploratrices du firmament erraient dans l'espace comme de nos jours, mais elles défiaient l'œil humain, trop faible pour les deviner. C'étaient, alors, des objets rares et terribles que l'on n'osait regarder en face. Aujourd'hui, on les compte par centaines; elles ont perdu de leur prestige et de

leur originalité; mais la science y gagne, puisqu'elle a ainsi doté le système solaire de membres nouveaux. Il ne se passe pas d'années sans qu'on ne signale la présence de trois ou quatre nouvelles venues. Mais les belles apparitions attirant l'attention publique par leur splendeur sont assez rares.

Ces bizarres visiteuses ne ressemblent pas aux planètes, n'ont pas un corps opaque comme la Terre, Vénus, Mars ou toute autre planète. Ce sont des nébulosités transparentes, extrêmement légères, sans masse et sans densité. Nous en avons pris un grand nombre de photographies à mon observatoire de Juvisy : les plus petites étoiles sont visibles à travers le noyau même.

Elles nous arrivent des profondeurs de l'espace, dans toutes les directions, semblant venir se ranimer au brûlant, lumineux et électrique foyer solaire.

Attirées par un charme puissant vers cet éblouissant foyer, elles vont, curieuses et ardentes, se réchauffer à son brasier. Faibles et pâles d'abord, elles renaissent lorsque le Soleil les caresse de sa vivifiante chaleur. Leur mouvement s'accélère, elles ont hâte de se plonger entièrement dans cette radieuse lumière. Elles s'épanouissent enfin, lumineuses et superbes, lorsque l'astre du jour les pénètre de sa splendeur brûlante, les illumine d'un éclat merveilleux et les

couronne de gloire. Mais le Soleil est généreux... Après avoir comblé de bienfaits ces magnifiques papillons célestes qui voltigent autour de lui comme autour d'une flamme divine, il leur accorde la liberté de visiter d'autres cieux, d'autres univers...

La parabole originelle se change en ellipse, si l'imprudente aventurière, en glissant vers le Soleil, passe dans le voisinage d'une grosse planète, telle que Jupiter, Saturne, Uranus ou Neptune, et subit son attraction. Elle devient, alors, prisonnière de notre système et ne pourra plus s'en échapper. Après s'être réconfortée au foyer solaire, elle devra revenir au point même où elle a ressenti le premier trouble d'une nouvelle destinée. Désormais, elle appartient à notre céleste famille, et circulera le long d'une courbe fermée. Autrement, elle continue librement sa course rapide vers d'autres soleils, vers d'autres systèmes.

*
* *

Généralement, l'observation télescopique montre, dans une comète, trois parties distinctes. D'abord, un point central, plus ou moins brillant, appelé le *noyau*, entouré d'une nébulosité nommée *chevelure* et prolongé par une traînée

lumineuse désignée sous le nom de *queue*. On appelle *tête* de la comète la chevelure et le noyau réunis.

On s'imagine, presque toujours, que la queue d'une comète la suit dans son cours pendant la durée de ses pérégrinations. Il n'en est rien. Cet appendice précède même, quelquefois, la comète : il est toujours opposé au Soleil, c'est-à-dire qu'il est situé sur le prolongement d'une ligne droite,

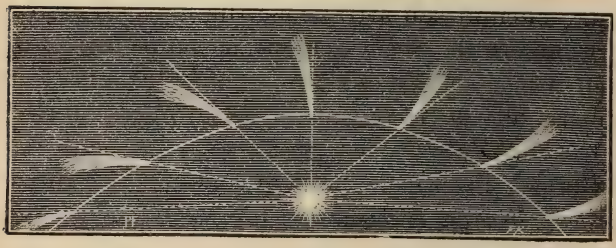


Fig. 53. — Les queues des Comètes sont opposées au Soleil.

partant du Soleil et passant par le noyau. La queue n'existe pas, tant que la comète est éloignée de l'astre du jour; mais, en s'approchant du Soleil, la nébulosité s'échauffe, se dilate, et donne naissance à ces queues lumineuses, à ces panaches fantastiques dont les dimensions varient considérablement pour chaque comète. L'épanouissement et les transformations rapides que subissent les queues font penser qu'elles

sont produites par une force répulsive émanant du Soleil, par une excitation électrique qui, sans doute, se prolonge dans l'éther même. C'est comme si Phébus soufflait sur elles avec une force inouïe.

Les comètes télescopiques sont généralement dépourvues de queue, même lorsqu'elles arrivent dans le voisinage du Soleil. Elles se montrent comme de pâles nébulosités rondes ou ovales, plus condensées vers le centre, sans, toutefois, mettre en évidence un noyau distinct.

Ces astres ne sont visibles que dans une très petite partie de leur cours, lorsqu'ils arrivent non loin du Soleil et de l'orbite terrestre.

Les plus belles comètes du siècle dernier ont été celles de 1811, 1843, 1858, 1861, 1874, 1880, 1881 et 1882. La grande comète de 1811, après avoir répandu la terreur sur certaines populations, notamment en Russie, est devenue, paraît-il, la providence des vignerons. Le vin ayant été particulièrement bon et abondant cette année-là, les paysans ont attribué ces heureux résultats à l'influence de la voyageuse céleste.

En 1843, une de ces étranges messagères de l'infini a visité notre ciel. Elle était si brillante qu'elle apparut en plein jour, le 28 février, à côté du Soleil. Cette comète splendide était accompagnée d'une queue rectiligne merveilleuse mesurant 300 millions de kilomètres de longueur,

et son vol était si rapide qu'elle a contourné, en deux heures seulement, l'hémisphère solaire exposé vers son périhélie, ce qui représente une vitesse de 550 kilomètres par seconde !

Mais le fait le plus curieux est que cette radieuse apparition est passée si près du Soleil qu'elle a dû traverser ses flammes et qu'elle en est sortie saine et sauve.

Signalons comme admirable aussi, celle de 1858 (*fig.* 49), découverte, à Florence, par Donati. Sa queue s'étendait sur une longueur de 90 millions de kilomètres et son noyau avait un diamètre de 900 kilomètres au moins. Coïncidence curieuse, le vin a été également excellent et abondant cette année-là.

La comète de 1861 a presque rivalisé avec la précédente.

La comète de Coggia, en 1874, a été aussi très remarquable par son éclat, mais fort inférieure aux deux précédentes. Enfin, la dernière apparition, digne de renommée, a été celle de 1882. Cette magnifique comète a également frôlé le Soleil, emportée par une vitesse de 480 kilomètres par seconde; elle a traversé l'atmosphère gazeuse de l'astre du jour, puis a continué sa course à travers les champs de l'infini. Le jour même et le lendemain de son périhélie, on a pu l'observer à l'œil nu en plein jour, trônant dans le ciel à côté de l'éblouissant foyer solaire. Tou-

tefois, ce n'était encore ni celle de 1858 ni celle de 1861.

Depuis 1882, nous n'avons guère été favorisés. Nous en avons eu une fort belle en janvier 1910, mais qui n'a été visible que le matin et pendant un mois seulement. C'est surtout dans l'hémisphère austral qu'elle a pu être observée, de même que celle de 1901. Les grandes comètes semblent devenir rares.

Ces superbes astres chevelus, dont l'aspect fantastique impressionnait si vivement la vision de nos aïeux, ne sont guère redoutables. Leur masse est insignifiante ; ils semblent surtout composés de gaz extrêmement légers. L'analyse de leur lumière nous révèle un spectre qui ressemble beaucoup à celui d'un grand nombre de nébuleuses ; on y constate surtout la présence du carbone et du cyanogène. Le noyau n'est pas solide et est souvent transparent.

Remarquons, toutefois, que l'action d'une comète pourrait être néfaste si l'un de ces noyaux arrivait directement sur nous. La transformation du mouvement en chaleur et la combinaison des gaz cométaires avec l'oxygène de notre atmosphère pourraient amener un incendie ou un empoisonnement général de l'atmosphère.

Mais la rencontre d'un noyau avec une planète est chose presque impossible. Ce phénomène ne se produirait que si ce noyau croisait juste l'orbite planétaire au moment précis où la planète y passe. Si l'on songe à l'immensité de l'espace, à la longueur extraordinaire du chemin parcouru par un monde dans sa translation annuelle autour du Soleil et à la vitesse de sa marche, on comprendra que cette coïncidence ne puisse que difficilement se présenter. Ainsi, sur les centaines de comètes cataloguées, quelques-unes seulement coupent l'orbite terrestre. L'une d'elles, celle de 1832, a traversé la route suivie par notre globe dans la nuit du 29 au 30 octobre de cette année-là ; mais la Terre n'est passée au même point que trente jours plus tard, et à la date critique, elle était distante de la comète de plus de 80 millions de kilomètres.

Cependant, le 30 juin 1861, la Terre a traversé l'extrémité de la queue de la grande comète de cette année, et il en a été de même, pour la comète de Halley, le 19 mai 1910. Malgré les terreurs du mois de mai 1910 — et même des suicides vraiment trop prématurés — on n'a rien ressenti. C'est à peu près immatériel.

En 1872, nous devions heurter la comète de Biéla, perdue depuis 1852 ; or, nous verrons tout à l'heure que nous nous sommes tirés à notre avantage de cette situation inquiétante, parce

que cette comète est désagrégée et réduite en poussière. Nous pouvons donc dormir tranquilles sur l'avenir que nous réservent les comètes. Le fait de la destruction de l'humanité par ces boules de vent n'est pas à craindre.

Ces beautés éthérées, qui dénouent négligemment leurs blondes chevelures dans l'azur des nuits, ne pensent guère à nous. Elles semblent n'avoir d'autre préoccupation que de courir d'un soleil à l'autre, de visiter de nouveaux cieux, sans songer à l'étonnement qu'elles répandent sur notre race; elles volent, sans trêve ni repos, dans le vide des immensités ; ce sont les sportsmen (ou sportswomen) de l'infini...

Que de soleils, que de mondes n'ont-elles pas visités depuis l'époque de leur naissance! Si ces belles fugitives pouvaient nous conter leur histoire, avec quel bonheur écouterions-nous les descriptions enchanteresses des séjours variés qu'elles ont effleurés? Mais, hélas! ces mystérieuses exploratrices sont muettes; elles ne laissent rien échapper de leurs secrets, et nous devons respecter leur silence énigmatique.

Cependant, plusieurs d'entre elles nous ont laissé un modeste souvenir, un rien presque impalpable, mais suffisant pour nous permettre d'adresser un remerciement à l'aimable messagère.

*
* *

Est-il, sur notre Terre, une seule personne dont le regard n'ait été frappé par ces lueurs phosphorescentes, glissant dans la nuit sombre comme de brillantes traînées dorées ou argentées, par le lumineux et éphémère sillage d'une étoile filante ?

Lorsque la nuit silencieuse couvre de ses ailes immenses la Terre assoupie, on voit parfois, dans l'ombre d'un beau soir, un point lumineux se détacher de la voûte étoilée, et, glissant légèrement parmi les constellations, aller se perdre dans l'infini. Ces petites flammes enchanteresses charment les regards, émeuvent les cœurs. Ravissants et délicats papillons célestes, ces points brillants sillonnent en tous sens l'espace, semant la fine poussière de leurs ailes d'or dans les champs du ciel. Ils meurent sitôt nés ; leur vie n'est qu'un soupir, mais l'impression qu'ils produisent sur l'imagination des mortels est, parfois, très profonde.

La jeune fille qui rêve dans la paix délicieuse d'une nuit pure et transparente sourit à cette charmante sœur du ciel. Adorable petite étoile passagère, que vient-elle annoncer au cœur tendre et aimant ? Est-elle la discrète messagère du bonheur tant souhaité? Son apparition impré-

... Elles l'associent à leurs rêves...

vue emplit l'âme d'une lueur d'espérance et la fait tressaillir. C'est comme un rayon d'or qui glisse dans le cœur, s'épanouit en lui et le fait palpiter d'une joie subite et éphémère... La radieuse étoile filante semble quitter le beau velours du ciel bleu foncé, pour répondre à l'appel d'une voix séduisante qui implorerait son secours.

Combien de secrets n'a-t-elle pas surpris, la curieuse ! Et, d'ailleurs, personne ne lui en saurait mauvais gré. N'est-elle pas l'amie des jeunes fiancées qui la guettent au passage pour lui confier leurs souhaits et l'associer à leurs rêves ? La légende nous assure que, si l'on formule un vœu pendant la durée de visibilité du météore, ce vœu sera sûrement exaucé avant la fin de l'année. Mais, entre nous soit dit, ce n'est là qu'un souvenir de l'imagination fleurie de nos grand'-mères, car cette perle céleste ne prend pas une part si active aux actes de notre humanité... Et puis, essayez donc de formuler nettement un vœu en une seconde !

Il est un fait remarquable : tandis que les comètes ont si souvent semé la terreur sur notre monde, les étoiles filantes, au contraire, ont, de tous temps, été regardées avec un doux sentiment. Et, en vérité, qu'est-ce qu'une étoile filante ? Ces jolies excursionnistes des plages célestes ne sont pas, comme bien on le pense, de véritables étoiles. Ce sont des atomes, des riens,

de minuscules fragments provenant, en général, de la désagrégation des comètes. Elles nous viennent de très loin, de milliers et de millions de kilomètres, et circulent par essaims autour du Soleil, en suivant des ellipses fort allongées, très semblables à celles des orbites cométaires. Leur vol est extrêmement rapide, et s'élève, parfois, à plus de 40 kilomètres par seconde, vitesse cométaire très supérieure, comme nous l'avons vu, à celle de notre véhicule terrestre, laquelle est de 29 à 30 kilomètres.

Ces petits corpuscules ne sont pas lumineux par eux-mêmes ; mais, lorsque l'orbite suivie par un essaim d'étoiles filantes croise notre planète, il se produit un choc violent dont la vitesse atteint, parfois, 72 kilomètres dans la première seconde lorsque la pluie d'étoiles nous arrive de face ; cependant, la vitesse moyenne ne dépasse guère 30 ou 40 kilomètres, car ces météores nous croisent presque toujours obliquement. La hauteur à leur arrivée est généralement de 110 kilomètres, et elle est de 80 kilomètres au moment de la disparition du météore ; pourtant, on a observé des étoiles filantes jusqu'à 300 kilomètres.

Le frottement causé par cette rencontre dans les hauteurs de notre atmosphère transforme le mouvement en chaleur. Les molécules s'enflamment et brillent comme de véritables étoiles, d'un éclat souvent splendide.

Mais leur gloire est de courte durée; la chaleur excessive résultant du choc a vite fait de consumer le pauvre papillon céleste; ses restes s'évaporent et tombent lentement sur la Terre où ils déposent, à la surface du sol, une sorte de poussière ferrugineuse, mélangée de nickel et de carbone. Il nous en arrive environ 146 milliards par an, visibles à l'œil nu, et beaucoup plus de télescopiques; ces chutes de matières météoriques ont pour effet d'accroître insensiblement la masse de notre globe, de ralentir légèrement son mouvement de rotation et d'accélérer le mouvement de révolution de la Lune.

Quoique l'apparition d'une étoile filante soit un fait assez fréquent, observable toutes les nuits de l'année, il y a certaines époques où elles nous arrivent par essaims, de différentes régions du ciel. Les dates les plus remarquables, à cet égard, sont la nuit du 10 août et le matin du 14 novembre.

Les étoiles filantes du 10 août sont connues de tout le monde, parce qu'elles arrivent dans les belles et chaudes soirées de l'été qui favorisent, généralement, la contemplation du ciel. Le phénomène dure jusqu'au 12 et même au delà, mais le maximum a lieu le 10. Lorsque le ciel est bien pur et sans lune, on peut compter, pendant ces trois nuits, des centaines d'étoiles filantes, parfois des milliers. Elles semblent toutes émaner d'un même

Fig. 55. — Les étoiles filantes du 12 novembre 1799, d'après un dessin du temps.

point du ciel, appelé RADIANT, et situé, pour l'essaim du mois d'août, dans la constellation de Persée, d'où elles ont reçu le nom de *Perséides*. Nos aïeux les appelaient aussi les Larmes de saint Laurent, parce que la fête de ce saint arrive à cette date. Ces étoiles filantes décrivent une ellipse très allongée, et l'on a pu identifier leur orbite avec celle de la grande comète de 1862.

L'averse d'astéroïdes enflammés du 14 novembre est souvent beaucoup plus abondante que la précédente. En 1799, 1833 et 1866, les météores ont été si nombreux qu'on les a comparés à des pluies de feu, surtout aux deux premières dates. Les descriptions nombreuses qui en ont été données débordent d'admiration et d'enthousiasme. Pendant plusieurs heures, le ciel fut entièrement sillonné d'étoiles tombantes. Un navigateur anglais, Andrew Ellicot, qui en a donné le dessin reproduit plus haut, qualifie le phénomène de grandiose et d'effrayant (12 novembre 1799, 3 heures du matin). Il en fut de même le 13 novembre 1833. On a évalué à 240,000 le nombre des météores qui ont sillonné le ciel pendant cette nuit-là! Ces étoiles filantes ont reçu le nom de *Léonides*, parce que leur radiant est situé dans la constellation du Lion.

Cet essaim suit la même orbite que la comète de 1866, qui s'éloigne jusqu'à la distance d'Uranus

et revient près du Soleil tous les trente-trois ans.

Fig. 56. — Bolide observé à l'Observatoire de Juvisy, le 10 août 1899.

On était donc en droit d'espérer une nouvelle

apparition splendide pour 1899; mais l'attente des astronomes a été déçue. Tous les préparatifs, exécutés pour recevoir dignement ces voyageuses célestes, n'ont pas donné ce que l'on espérait. Les observations faites dans les observatoires ou en ballon n'ont permis d'enregistrer qu'un petit nombre de météores. Le maximum a eu lieu le 13. Dans cette nuit-là, on a compté environ 200 étoiles filantes. Il y en a eu davantage en 1900, 1901 et surtout 1902. Cet essaim s'est déplacé.

La nuit du 27 novembre est également visitée par de nombreuses étoiles filantes provenant de la célèbre comète de Biéla désagrégée. Cet astre cométaire, découvert par Biéla en 1827, accomplissait sa révolution en six ans et demi, et, jusqu'en 1846, il se rendit fidèlement à l'appel des astronomes attendant son retour fixé par le calcul. Mais, le 13 janvier 1846, l'exploratrice céleste se brisa en deux; chaque fragment voyagea de son côté pour revenir en vue de la Terre, en 1852. Ce fut leur dernier retour; cette année-là, on put encore observer les deux comètes jumelles, pâles et faibles. Bientôt, elles s'enfoncèrent dans la nuit profonde de l'infini, pour ne plus jamais reparaître. Vainement on les attendit et l'on désespérait d'elles lorsque le 27 novembre 1872, au lieu de la comète morcelée, on reçut une magnifique pluie d'étoiles filantes. Elles glis-

saient dans l'azur, aussi nombreuses que les flocons d'une averse de neige. Le même phéno-

Fig. 57. — Explosion d'un bolide au-dessus de Madrid, le 10 février 1896.

mène s'est reproduit le 27 novembre 1885 et a confirmé l'hypothèse de la destruction et de la

désagrégation de la comète de Biéla en étoiles filantes.

*
* *

Il existe une grande variété dans l'éclat des étoiles filantes, depuis les faibles lueurs télescopiques qui sillonnent les cieux comme des éclairs, jusqu'aux *bolides* enflammés qui grondent dans l'atmosphère. En effet, on donne le nom de bolide à un corps lumineux semblable à une étoile filante mais beaucoup plus brillant. Notre figure 56 en offre un exemple : elle représente un bolide que nous avons observé à l'Observatoire de Juvisy pendant la nuit du 10 août 1899 : il arrivait de Cassiopée et éclata dans Céphée.

Ce phénomène se produit aussi bien le jour que la nuit. Il est souvent accompagné d'une ou plusieurs explosions dont les détonations sont, parfois, perceptibles à de grandes distances, et d'une chute de météorites. Le globe de feu éclate, se sépare en fragments lumineux, lancés dans toutes les directions. Les diverses parties du bolide tombent à la surface de la Terre, sous forme d'*aérolithes,* ou, plutôt, d'*uranolithes,* puisqu'ils arrivent des profondeurs de l'espace, et non de notre atmosphère.

De toute antiquité, on a constaté des chutes d'uranolithes auxquelles sont rattachées des croyances populaires, et les Grecs avaient même

Fig. 58. — Le Bolide de Raphaël (*Madone de Foligno*).

donné au fer le nom de *Sidéros*, le premier fer employé ayant été du fer sidéral.

Il ne se passe pas d'années sans que l'on n'ait à noter plusieurs chutes d'uranolithes, et, parfois, ces phénomènes ont causé une grande frayeur à leurs témoins. L'une des explosions les plus curieuses est celle qui se produisit au-dessus de Madrid, le 10 février 1896, et dont un fragment, qui m'a été adressé par M. Arcimis, directeur de l'Institut météorologique, est tombé justement devant le musée national. Le phénomène s'est produit à 9 heures et demie du matin, par un soleil radieux ; l'éclair de l'explosion a été si éblouissant qu'il illumina même l'intérieur des maisons ; un effroyable coup de tonnerre fut entendu 70 secondes après, et l'on crut à une explosion de dynamite : le bolide avait éclaté à 23 kilomètres de hauteur et avait été vu jusqu'à 700 kilomètres de Madrid !

Dans l'un des plus beaux tableaux de Raphaël (*la Madone de Foligno*), on remarque, sous un arc-en-ciel, un bolide, dont l'artiste a voulu conserver le souvenir, qui était tombé près de Milan, le 4 septembre 1511. Ce tableau est de 1512.

Les dimensions des météorites varient considérablement; on en voit de toutes les grosseurs : depuis la poudre impalpable de la poussière qui voltige dans l'air, jusqu'aux blocs énormes exposés au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Plusieurs offrent un poids de plusieurs milliers de kilogrammes. Celui qui est représenté ci-dessous est tombé au Mexique pendant la pluie d'étoiles filantes du 27 novembre 1885. Son poids était de $3^{k},950$.

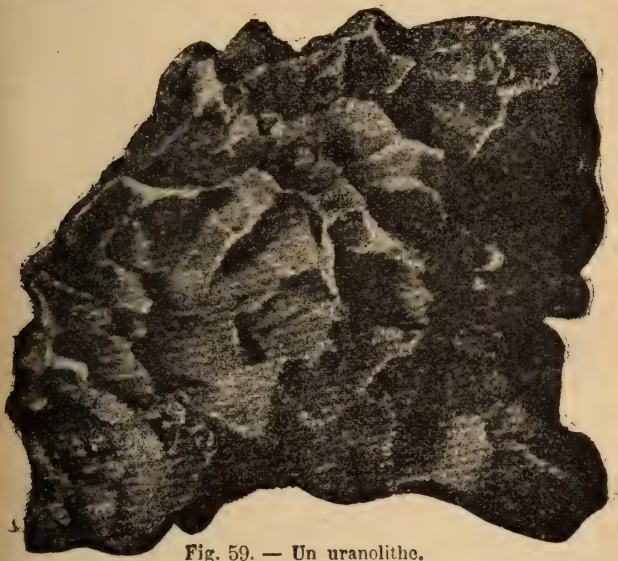


Fig. 59. — Un uranolithe.

Les bolides et les uranolithes nous viennent des profondeurs de l'immensité; cependant, ils ne paraissent pas avoir la même origine que les étoiles filantes. Ils peuvent provenir, soit de mondes détruits par explosion ou choc, soit même de volcans planétaires. Les plus légers

pourraient avoir été lancés par les volcans lunaires. Il en est de fort massifs, dans lesquels le fer domine, qui peuvent être issus des entrailles mêmes de la Terre et avoir été projetés dans l'espace par de formidables explosions volcaniques, à une époque où notre globe était constamment bouleversé par des cataclysmes d'une violence inouïe. Ils nous reviendraient aujourd'hui, après s'être éloignés de la Terre à des distances proportionnelles à la vitesse initiale qui leur aurait été imprimée. Cette origine semble d'autant plus admissible que les pierres tombées du ciel présentent une composition minérale identique à celle des matériaux terrestres.

En tous cas, les uranolithes nous ramènent, au moins par leur chute, sur notre Terre, et, désormais, nous allons nous y arrêter, pour étudier sa position dans l'espace, nous rendre compte de la place qu'elle occupe dans l'univers et des lois astronomiques qui régissent nos destinées.

HUITIÈME LEÇON

LA TERRE

Notre grand voyage céleste nous amène à notre petite planète, à ce globe qui gravite entre Mars et Vénus (entre la guerre et l'amour), et qui circule, comme ses frères du système solaire, autour du colossal Soleil.

La Terre ! Ce mot évoque en nous l'image de la vie, et nous représente le théâtre de notre activité, de nos ambitions, de nos joies et de nos souffrances... Ne représente-t-il même pas, aux yeux ignorants, le monde tout entier ?

Et pourtant, qu'est-ce que la Terre ?

La Terre est un astre du ciel. Nous l'avons vu dès notre première leçon. C'est un globe de matière opaque, semblable aux planètes Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, etc... décrites précédemment. Isolé de toutes parts dans l'espace, il roule autour du Soleil, le long d'une vaste orbite qu'il

parcourt en une année. Tout en glissant ainsi dans le réseau de l'attraction solaire, la boule terrestre tourne rapidement sur elle-même : en vingt-quatre heures.

Ces allégations peuvent paraître douteuses au premier abord, et en contradiction avec le témoignage de nos sens.

Que la Terre soit un globe, une sorte de boulet auquel nous adhérons, personne ne peut en douter maintenant que l'on a parcouru sa surface en tous sens. Les voyages autour du monde sont aujourd'hui assez fréquents, et tous démontrent avec l'évidence la plus complète la sphéricité de la Terre. D'autre part, la courbure des mers en est une preuve non moins certaine. Lorsqu'un navire arrive à la ligne bleue sombre qui paraît séparer l'océan du ciel, il semble posé sur l'horizon. Mais peu à peu, en s'éloignant, il s'enfonce en descendant au delà de la ligne d'horizon; les sommets des mâts disparaissent les derniers. Pour l'observateur placé sur le navire, le phénomène est le même. Les plages basses disparaissent d'abord, tandis que les falaises élevées et les montagnes restent plus longtemps visibles.

L'aspect du ciel nous donne aussi une autre preuve de la rotondité de la Terre. Si l'on se dirige vers le Nord ou vers le Sud, on découvre en s'avançant dans un sens ou dans l'autre, de

nouveaux astres qui s'élèvent de plus en plus au-dessus de l'horizon, et l'on perd de vue les étoiles qui brillaient sur les latitudes dont on s'éloigne. Si la surface terrestre était plate, le navire sur la mer resterait visible autant que notre vue pourrait vaincre la distance, et tous les astres du ciel seraient également visibles des différentes parties du monde.

Enfin, pendant les éclipses de Lune, l'ombre projetée par la Terre sur notre satellite est toujours ronde. C'est encore une autre preuve de la sphéricité du globe terrestre.

Nous disons aussi que la Terre est un astre du ciel, tout comme les autres planètes de la grande famille solaire. Ces planètes, sœurs de notre monde, nous les voyons circuler sous la voûte étoilée, comme des points lumineux d'un éclat parfois éblouissant. Ce sont pour nous de merveilleux oiseaux célestes qui planent dans l'éther, soutenus par des ailes invisibles. Eh bien, il en est de même de la Terre. Elle n'est supportée par rien. Semblable à la bulle de savon qui s'irise des tons les plus charmants sous les rayons du soleil, ou mieux encore, à l'aérostat fendant rapidement les airs, elle est isolée de toute espèce de point d'appui.

Certains esprits ont peine à s'imaginer cet isolement, parce qu'ils se forment une fausse idée de la pesanteur.

Les astronomes de l'antiquité, devinant cet isolement, ne savaient comment empêcher la Terre de tomber ; ils se demandaient avec anxiété quels étaient les liens formidables capables de retenir ce bloc d'un poids non négligeable. On l'avait d'abord fait flotter sur les eaux, comme une île ; on l'avait ensuite supposée soutenue par de solides piliers, ou même sur des tourillons placés aux deux pôles. Mais sur quoi tous ces soutiens imaginaires auraient-ils été établis? Il fallut se résoudre à abandonner tous ces prétendus fondements de la Terre et à reconnaître en elle un globe isolé de toutes parts. L'illusion des anciens, qui est encore celle d'un grand nombre de citoyens de notre globule, provient, disons-nous, d'une fausse conception de la pesanteur.

La pesanteur ou l'attraction sont une seule et même force.

Un corps ne peut tomber que lorsqu'il est attiré, sollicité par un corps plus important. Or, de quelque côté que nous nous dirigions sur le globe, nous avons toujours les pieds en bas. Donc, le *bas*, c'est le *centre* de la Terre.

Le globe terrestre peut être considéré comme une énorme boule d'aimant, et son attraction nous retient à sa surface. Nous pesons vers le centre. Nous pouvons parcourir cette surface en tous sens, nos pieds restent toujours en bas,

quelle que soit la direction de notre marche. Pour nous, le bas, c'est l'intérieur de la planète, et le haut, c'est l'immensité des cieux qui s'étend au-dessus de nos têtes, tout autour du globe.

Ceci étant bien compris, où voudrait-on que la Terre tombât ? Cette question devient absurde. Le bas étant dirigé vers le centre, il faudrait qu'elle tombât en dehors d'elle-même.

Représentons-nous donc la Terre comme une vaste sphère, détachée de tout ce qui existe autour d'elle dans l'infini des cieux. On appelle *antipode* un lieu diamétralement opposé à un autre. La Nouvelle-Zélande est à peu près l'antipode de la France. Eh bien, les habitants de la Nouvelle-Zélande et les Français ont le haut réciproquement opposé, et les pieds, ou le bas également, diamétralement opposé. Et pourtant, pour les uns comme pour les autres, le bas, c'est le sol où ils sont retenus, et le haut, c'est l'espace qui règne au-dessus de leurs têtes.

La Terre tourne sur elle-même en vingt-quatre heures. Nous appelons haut, à midi par exemple, tout ce qui est au-dessus de nous ; douze heures plus tard, à minuit, nous donnerons la même qualification à la direction de l'espace qui se trouvait à midi sous nos pieds. Ce qui est dans le ciel, au-dessus de nos têtes, à une certaine heure, est sous nos pieds, et cependant toujours dans le ciel, douze heures après. Notre position,

par rapport à l'espace qui nous environne, change d'heure en heure, et le haut et le bas varient aussi relativement à nous.

Notre planète est donc une boule, légèrement aplatie aux pôles (de $\frac{1}{292}$ environ). Son diamètre, à l'équateur, est de 12,742 kilomètres; d'un pôle à l'autre, il est un peu plus petit, à cause de l'aplatissement des calottes polaires; la différence est de 43 kilomètres.

Sa circonférence est de 40,000 kilomètres. Cette boule est entourée d'une enveloppe aérienne, de l'atmosphère, dont la hauteur n'est pas inférieure à 300 kilomètres d'après l'observation de certaines étoiles filantes.

Cette couche d'air au fond de laquelle nous vivons est, comme tout le monde le sait, colorée d'une belle teinte azurée, qui semble nous séparer des profondeurs sidérales et étend au-dessus de nos têtes une sorte de voûte souvent occupée par des nuages et qui donne l'illusion d'être posée au loin sur le pourtour de l'horizon. Mais ce n'est là qu'une illusion. Il n'y a, en réalité, ni voûte ni horizon : l'espace est ouvert dans toutes les directions. Si l'atmosphère n'existait pas, ou si elle était tout à fait transparente, nous verrions les étoiles le jour comme la nuit, car elles demeurent constamment autour de nous, à midi comme à minuit, et on peut les voir en

plein jour, à l'aide des instruments astronomiques; parfois même certains astres (la radieuse Vénus et l'éblouissant Jupiter) percent le voile atmosphérique pour se laisser apercevoir en plein jour à l'œil nu.

La surface terrestre est de 510 millions de kilomètres carrés. Les eaux de l'océan couvrent les trois quarts de cette étendue, soit 383,200,000 kilomètres carrés, et les continents n'occupent que 136,600,000 kilomètres carrés. La France représente à peu près la millième partie de la superficie totale du globe.

Malgré les aspérités des montagnes aux pics menaçants, malgré les abîmes creusés par les mers, le globe terrestre est à peu près régulier, et relativement à son volume sa surface est plus unie que la peau d'une orange. Les plus hauts sommets de l'Himalaya, les plus grandes profondeurs des sombres océans, n'atteignent pas la millième partie de son diamètre.

Comme poids, la Terre pèse cinq fois et demie plus que ne pèserait un globe d'eau de sa dimension, c'est-à-dire :

6,957,930,000,000,000,000,000,000 kilogrammes.

L'enveloppe atmosphérique dont elle est entourée représente :

6,263,000,000,000,000,000 kilogrammes.

Chacun de nous porte sur ses épaules une

pression de 17,000 kilogrammes en moyenne. Certaines personnes pourront se demander comment nous ne sommes pas écrasés par ce poids disproportionné à nos forces, et qui, pourtant, nous paraît insensible. C'est parce que le fluide aérien renfermé dans notre corps exerce une pression égale et opposée à la pression atmosphérique extérieure, et que ces pressions se font équilibre.

La Terre n'est caractérisée par aucune différence essentielle et privilégiée relativement aux autres mondes de notre système. Comme Vénus, aux rayons limpides, comme l'éclatant Jupiter, comme toutes les planètes, elle vogue à travers l'espace, emportant dans l'infini nos espoirs et nos destinées. Plus grosse que Mercure, Vénus et Mars, elle fait une bien modeste figure en comparaison de l'énorme Jupiter, du système étrange de Saturne, d'Uranus et même de Neptune. Son plus grand intérêt pour nous est de nous servir de résidence, et nous la remarquerions à peine si nous n'avions pas le plaisir de l'habiter. Obscure en elle-même, elle brille de loin comme une étoile, renvoyant dans l'espace la lumière qu'elle reçoit du Soleil. A la distance de notre satellite, elle brille comme une lune énorme, 14 fois plus large et plus lumineuse que notre douce Phébé. Observée de Mercure ou de Vénus, elle embellit le ciel de minuit de son étincelante clarté, comme Jupiter le fait pour nous. Vue de Mars, c'est une bril-

lante étoile du matin et du soir, offrant des phases comme Mars et Vénus nous en présentent. A la distance de Jupiter, le globe terrestre n'est plus guère qu'un point insignifiant, presque constamment perdu dans le rayonnement solaire. Quant aux Saturniens, aux Uraniens et aux Neptuniens, s'ils existent, ils nous ignorent probablement. Et il en est ainsi, à plus forte raison, pour tout le reste de l'univers.

Ne nous illusionnons donc pas sur l'importance de notre monde natal. Certes, la Terre ne manque pas de charmes, avec ses plaines verdoyantes, émaillées des tons délicieux d'une végétation robuste et variée, avec ses plantes et ses fleurs, ses printemps et ses oiseaux, ses rivières limpides serpentant à travers les prairies, ses montagnes couvertes de forêts, ses mers vastes et profondes, animée par l'infinie variété des espèces vivantes. Le spectacle de la nature est beau, superbe, admirable et merveilleux, et il nous semble que cette terre emplit l'univers et lui suffit. Le Soleil, la Lune, les étoiles, les cieux sans bornes semblent avoir été créés pour nous, pour charmer nos regards et nos pensées, illuminer nos jours et verser sur nos nuits une douce clarté. C'est là une agréable illusion de nos sens. Si notre humanité venait à s'éteindre, les autres terres du ciel, Vénus, Mars, etc..., n'en continueraient pas moins à graviter dans les

cieux, ainsi que notre planète défunte, et la fin de la vie humaine, pour laquelle tout nous paraît créé, ne serait même pas aperçue de ces autres mondes, nos voisins pourtant. Il n'y aurait aucune révolution, aucun cataclysme. Les étoiles brilleraient toujours dans le firmament, comme elles le font aujourd'hui, versant dans l'immensité des Cieux leur divine clarté. Rien ne serait changé dans l'aspect général de l'univers. La Terre n'est qu'un modeste atome, perdu dans l'innombrable armée des mondes et des soleils qui peuplent l'infini.

*
* *

Tous les matins, nous voyons le Soleil se lever à l'Orient, embrasant de ses feux ardents le ciel ébloui de ses rayons. Il monte dans l'espace, atteint à midi un point culminant, et descend ensuite vers l'Occident, pour s'enfoncer, le soir, dans la pourpre du couchant.

Aussitôt, les étoiles, splendides phares des Cieux, paraissent à leur tour. Nous les voyons également se lever à l'Est, atteindre aussi les hauteurs de la voûte céleste et se diriger vers l'Ouest où elles disparaissent. Tous les astres, Soleil, Lune, planètes, étoiles, semblent tourner en 24 heures autour de nous.

Ce voyage des astres autour de nous n'est qu'une illusion de nos sens.

Que la Terre soit en repos, et le ciel animé d'un mouvement de rotation autour d'elle, ou, au contraire, que les étoiles soient fixes, et la Terre en mouvement, pour nous, dans les deux cas, les apparences sont les mêmes. Si la Terre tourne, emportant dans son mouvement tout ce qui lui appartient : les eaux, l'atmosphère, les nuages, et nous-mêmes, nous ne pouvons nous en apercevoir, car tous les objets qui nous entourent conservent entre eux leurs positions respectives. Il faut donc nous en rapporter à la logique et raisonner ces deux hypothèses.

Pour que ce rapide voyage du Soleil et des étoiles autour de la Terre pût s'accomplir, il faudrait que tous les astres du ciel fussent en quelque sorte attachés à une voûte ou à des cercles, comme on le pensait autrefois. Cette conception est enfantine. Les peuples de l'antiquité n'avaient aucune idée de la grandeur de l'univers, et leur erreur est presque excusable.

La distance séparant le ciel des enfers avait été mesurée, selon Hésiode, par l'enclume de Vulcain qui serait tombée du ciel sur la Terre en 9 jours et 9 nuits, et aurait mis le même temps pour continuer son voyage de la surface de la Terre jusqu'au fond des enfers.

Aujourd'hui, nous avons une idée plus exacte

de la grandeur de l'univers. Nous savons que des millions et des trillions de kilomètres séparent les astres entre eux. Or, en représentant ces distances, nous pouvons nous rendre compte de la difficulté qu'il y aurait à admettre la rotation de l'univers autour de la Terre.

La distance d'ici au Soleil est de 149 millions de kilomètres. Pour tourner en 24 heures autour de la Terre, cet astre devrait voler dans l'espace avec une vitesse de plus de dix mille kilomètres par seconde !

Oui, le Soleil, cet astre splendide, source de notre existence et de celle de toutes les planètes, ce globe colossal, plus d'un million de fois plus volumineux que la Terre et 332,000 fois plus lourd, devrait accomplir cette immense révolution pour tourner autour du point minuscule qu'est notre monde lilliputien ! (V. p. 115.)

Ceci suffirait déjà pour nous convaincre de l'illogisme d'un tel raisonnement. Mais le Soleil n'est pas seul dans le ciel. Il faudrait supposer en mouvements fantastiques toutes les planètes, toutes les étoiles.

Jupiter est environ cinq fois plus loin que le Soleil : sa vitesse devrait être de 53,000 kilomètres par seconde.

Neptune, trente fois plus éloigné, devrait parcourir 320,000 kilomètres par seconde.

L'étoile la plus proche, Alpha du Centaure,

située à une distance 275,000 fois supérieure à celle du Soleil, devrait courir, voler dans l'espace, avec une vitesse de 2 milliards 941 millions de kilomètres par seconde!

Toutes les étoiles sont incomparablement plus éloignées encore, jusqu'à l'infini.

Et cette rotation fantastique devrait s'accomplir autour d'un point minuscule!

Poser ainsi le problème, c'est le résoudre. A moins de nier les mesures astronomiques et les opérations géométriques les plus concordantes, le mouvement de rotation diurne de la Terre est une certitude.

Supposer que les astres tournent autour de la Terre, c'est supposer, comme l'a écrit un auteur humoristique, que pour rôtir un faisan on aurait fait tourner autour de lui la cheminée, la cuisine, la maison et tout le pays.

Si la Terre tourne en vingt-quatre heures sur elle-même, un point situé sur l'équateur parcourra simplement 465 mètres par seconde. Cette vitesse, considérable en comparaison des mouvements observés à la surface de notre planète, n'est rien auprès de la rapidité fantastique avec laquelle le Soleil et les étoiles devraient se mouvoir pour tourner autour d'elle.

Nous avons donc à choisir entre ces deux hypothèses : ou bien faire tourner le ciel entier autour de nous en vingt-quatre heures, ou bien suppo-

ser notre globe animé d'un mouvement de rotation sur lui-même. Pour nous, l'impression est la même, et comme le mouvement de la Terre nous est insensible, son immobilité nous semblerait presque naturelle. C'est donc, en définitive, ici comme en bien des circonstances, le simple bon sens qui doit décider. C'est fait depuis longtemps pour la science. De plus, tous les progrès de l'Astronomie ont confirmé le mouvement de rotation de la Terre en vingt-quatre heures, son mouvement de révolution autour du Soleil, en un an, en même temps qu'ils ont fait découvrir pour notre planète errante un grand nombre d'autres mouvements.

Les savants philosophes de l'antiquité avaient deviné le double mouvement de notre planète. Les disciples de Pythagore l'enseignaient il y a plus de deux mille ans, et les auteurs anciens citent entre autres Nicétas de Syracuse et Aristarque de Samos, comme ayant été les promoteurs de la doctrine du mouvement de la Terre. Mais à cette époque lointaine on n'avait aucune idée des distances réelles des étoiles, et le raisonnement ne paraissait pas basé sur des preuves suffisantes. Ptolémée, après avoir discuté pendant longtemps le mouvement diurne de notre planète, le réfute en opposant comme raison principale que si la Terre tournait, les objets non fixés à sa surface paraîtraient se mouvoir en

sens contraire, et qu'un corps lancé en l'air devrait retomber à l'Ouest de son point de départ, la Terre ayant tourné pendant ce temps-là d'occident en orient. Cette objection est sans valeur, car la Terre est propriétaire non seulement de tous les objets fixés à son sol, mais aussi de l'atmosphère, des nuages qui l'enveloppent comme un voile léger et de tout ce qui existe à sa surface. L'atmosphère, les nuages, les eaux de l'Océan, les êtres et les choses, tout lui est adhérent et fait corps avec elle, participe à son mouvement, comme il nous arrive à nous-mêmes dans le compartiment d'un wagon ou dans la nacelle d'un aérostat. Lorsque, par exemple, nous laissons tomber un objet de cette nacelle, cet objet, animé de la vitesse acquise, ne tombe pas au point situé au-dessous de l'aérostat, mais suit le ballon, comme s'il glissait le long d'un fil. J'en ai fait plus d'une fois l'expérience pendant mes voyages aériens.

Aussi, l'hypothèse du mouvement de la Terre est-elle devenue une certitude. Mais en dehors du raisonnement, les preuves directes ne manquent pas.

1° La forme sphéroïdale de la Terre, légèrement aplatie aux pôles et renflée à l'équateur a été produite par le mouvement de rotation, par la force centrifuge qu'il engendre.

2° En vertu de cette force centrifuge, dont on

constate le maximum à l'équateur, les objets perdent un peu de leur poids à mesure que l'on s'éloigne de ces contrées polaires où la force centrifuge est à peu près nulle.

3° En raison de cette même force centrifuge, la longueur du pendule à secondes est plus courte à l'équateur qu'à Paris, et la différence est de 3 millimètres.

4° Un poids abandonné à lui-même tombant d'une certaine hauteur, devrait suivre la verticale si la Terre était immobile. Or, l'expérience renouvelée plusieurs fois, montre une légère déviation à l'orient du fil à plomb marquant la verticale. Je l'ai notamment constaté au Panthéon, dans des expériences toutes récentes.

5° La magnifique expérience de Foucault au Panthéon, que nous avons renouvelée sous les auspices de la Société Astronomique de France, témoigne à tous les yeux du mouvement de rotation de la Terre. Une boule assez lourde (28 kilog.), est suspendue au dôme de l'édifice par un fil d'acier extrêmement fin. Quand le pendule est en mouvement, une pointe attachée au-dessous de la boule marque son passage sur deux petits monticules de sable disposés à quelques mètres du centre. A chaque oscillation, cette pointe entame le sable, et l'échancrure va en s'allongeant graduellement vers la droite d'un observateur placé au centre du mouvement du pen-

dule. Pourtant le plan des oscillations reste fixe, mais la Terre tourne au-dessous, d'Occident en Orient. Le principe fondamental de cette expérience est que le plan dans lequel on fait osciller un pendule reste invariable même lorsqu'on fait tourner le point de suspension. Cette démonstration permet, en quelque sorte, de voir tourner la Terre sous nos pieds.

Les déplacements apparents annuels des étoiles confirment, d'autre part, le mouvement de la Terre autour du Soleil. Pendant le cours de l'année, les étoiles les moins éloignées de notre province solaire semblent tracer dans le ciel de minuscules ellipses de perspective. Ces petites variations apparentes observées dans la position des plus proches, reproduisent en perspective la translation annuelle de la Terre autour de l'astre du jour.

Nous pourrions ajouter encore d'autres observations tout à fait en faveur de ce double mouvement; mais les preuves qui viennent d'être présentées sont suffisamment convaincantes pour ne laisser aucun doute dans l'esprit de nos lectrices.

Ces deux mouvements ne sont pas les seuls dont notre globe soit bercé dans l'espace. A sa rotation diurne et à sa rotation annuelle, nous pourrions ajouter encore une série de *douze autres mouvements*; les uns, très lents, s'accomplissant

en plusieurs milliers d'années ; les autres, plus rapides, se renouvelant constamment. Mais nous ne pouvons, en ces pages restreintes, entrer dans les détails réservés aux ouvrages plus complets. Notre but, ne l'oublions pas, est de résumer aussi simplement que possible, l'ensemble des connaissances astronomiques, et de n'offrir à nos lectrices que « la fleur du panier ».

*
* *

Les deux principaux mouvements dont nous venons de parler nous donnent la mesure du temps, le jour de 24 heures et l'année de 365 jours un quart.

La Terre, en tournant sur elle-même en vingt-quatre heures d'occident en orient, présente successivement toutes ses parties au Soleil fixe dans l'espace. Les pays illuminés ont le jour, les pays situés à l'opposé, dans l'ombre de la Terre, sont plongés dans la nuit. Les pays emportés par la Terre vers le Soleil ont le matin, ceux qu'elle entraîne vers son ombre ont le soir. Ceux qui reçoivent directement les rayons de l'astre du jour ont midi, et ceux qui sont juste à l'opposé ont minuit.

La rotation de notre planète nous donne ainsi la mesure du temps : on l'a divisée arbitrairement

en 24 parties appelées heures; chaque heure en 60 minutes; chaque minute en 60 secondes.

Il en résulte que chaque pays tourne en 24 heures autour de l'axe du monde. Les diffé-

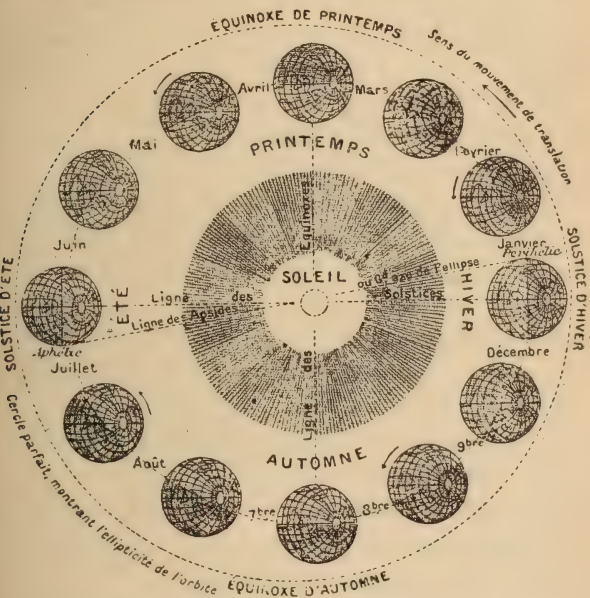


Fig. 60. — Mouvement de la Terre autour du Soleil.

rences d'heures entre les diverses régions de la Terre sont donc réglées par les différences de position géographique. Les pays situés à l'Ouest sont en retard sur nous; le soleil n'y arrive qu'après avoir brillé à notre méridien. Quand il

est midi à Paris, il n'est que 11^h 51^m à Londres; 11^h 36^m à Madrid; 11^h 14^m à Lisbonne; 11^h 12^m à Mogador; 7^h 6^m à Québec; 6^h 55^m à New-York; 5^h 14^m à Mexico, etc... Les pays situés à l'Est sont, au contraire, en avance sur nous : quand il est midi à Paris, il est déjà midi 56 minutes à Vienne; 1^h 25^m à Athènes; 2^h 21^m à Moscou; 3^h 16^m à Téhéran; 4^h 42^m à Bombay, etc. Nous parlons ici des heures réelles et non des heures conventionnelles nationales.

Si nous pouvions faire le tour du monde en 24 heures, en partant à midi d'un lieu quelconque pour faire le tour du globe, et en nous dirigeant vers l'Ouest avec le soleil, nous aurions toujours l'astre au-dessus de nos têtes. En faisant le tour du monde de l'Ouest à l'Est, on va au-devant du soleil et l'on avance d'un jour; en partant en sens contraire, de l'Est à l'Ouest, on retarde d'un jour.

En vérité, la durée exacte de la rotation diurne de la Terre est de 23 heures 56 minutes 4 secondes. C'est le jour sidéral. Mais, tout en tournant sur elle-même, la Terre circule sur son orbite, et au bout d'une rotation diurne, elle est encore obligée de tourner pendant 3 minutes 56 secondes pour présenter juste le même méridien au Soleil fixe qui, par suite du mouvement de translation de notre planète, se trouve un peu en retard. Le jour solaire est ainsi de

24 heures. Il y a par an 366 rotations.

Revenons, à présent, aux conséquences du mouvement de la Terre ! Et d'abord, notre planète ne tourne pas droite, ni couchée, mais inclinée d'une certaine quantité : 23° 27'

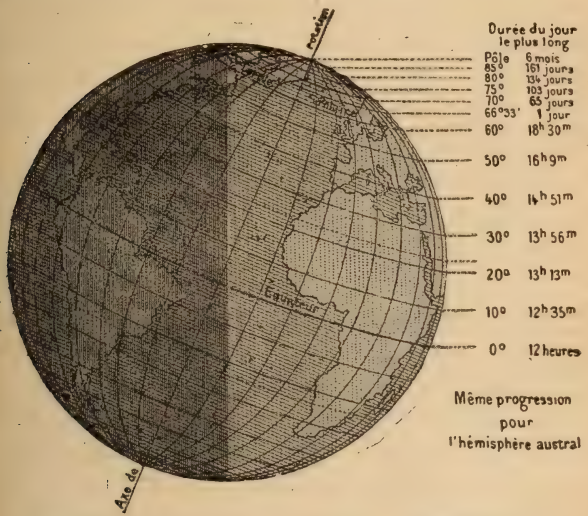


Fig. 61. — Inclinaison de la Terre. — L'illumination solaire au solstice de juin.

Or, pendant toute la durée de sa translation annuelle autour du Soleil, l'inclinaison reste la même. C'est ce qui produit les saisons et les climats. Les pays qui ont un cercle plus grand à parcourir dans l'hémisphère d'illumination solaire ont des jours plus longs, et ceux qui

ont un cercle plus petit, des jours plus courts. A l'équateur, il y a constamment et toute l'année 12 heures de jour et 12 heures de nuit.

En été, le pôle se présente incliné vers le Soleil, et les rayons de l'astre du jour couvrent de leur lumière l'hémisphère correspondant. Six mois plus tard, ce même hémisphère se trouve en hiver, et l'hémisphère opposé se présente à son tour au Soleil. Au 21 juin, c'est le solstice d'été pour l'hémisphère boréal, et c'est en même temps l'hiver pour le pôle austral. Six mois après, au 21 décembre, nous avons l'hiver, tandis que l'hémisphère austral se découvre complètement au Soleil. Entre ces deux époques, lorsque l'astre radieux brille juste sur l'équateur, c'est-à-dire au 21 mars, nous avons l'équinoxe de printemps, la délicieuse saison des fleurs où toute la nature paraît enchantée et enchanteresse ; à la date du 21 septembre, nous avons l'équinoxe d'automne, mélancolique, mais non sans charmes.

On a divisé la sphère terrestre en différentes zones auxquelles se rapportent les différences de climats :

1° La zone tropicale, dont l'étendue est de 23° 27' de part et d'autre de l'équateur. C'est la région la plus chaude. Elle est limitée par les cercles des tropiques ;

2° Les zones tempérées, qui s'étendent de

23° 27' à 66° 33' de latitude et pour lesquelles le soleil se couche tous les jours ;

3° Les zones glaciales, tracées autour des pôles, à 66° 33' de latitude, pour lesquelles le soleil reste constamment au-dessus ou au-dessous de l'horizon pendant plusieurs jours ou même plusieurs mois. Ces zones glacées sont limitées par les cercles polaires.

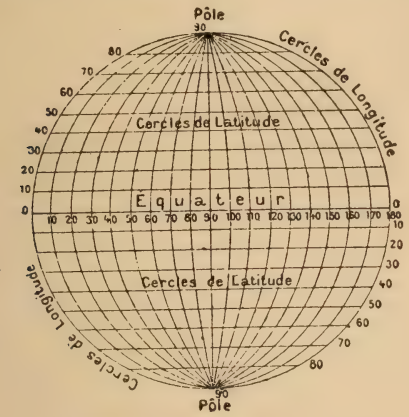


Fig. 62. — Les divisions du globe. — Longitudes et latitudes.

Ajoutons encore que l'*axe* de la Terre est une ligne droite qui est censée passer au centre du globe et aboutir en deux points diamétralement opposés appelés *pôles*. La rotation diurne de la Terre s'effectue autour de l'axe.

On appelle *équateur* un grand cercle situé

entre les deux pôles, à égale distance, et qui partage le globe en deux hémisphères. L'équateur est divisé en 360 parties ou degrés, par de grands cercles allant d'un pôle à l'autre : ce sont les *longitudes* ou méridiens. (voy. la *fig.* 62). La distance entre l'équateur et le pôle est partagée en cercles de plus en plus petits, qui ont reçu le nom de *latitudes*. On compte 90 degrés de part et d'autre de l'équateur, en se dirigeant soit vers le pôle Nord, soit vers le pôle Sud. Les longitudes se comptent à partir d'un point quelconque, soit à l'Est, soit à l'Ouest ; les latitudes se comptent au Nord et au Sud, à partir de l'équateur. En allant de l'Est à l'Ouest, ou inversement, on change de longitude, mais lorsqu'on passe au Nord ou au Sud d'un lieu quelconque, on change de latitude.

Les cercles de latitude sont d'autant plus petits que l'on s'approche davantage des pôles. Le tour du monde est de 40,076,600 mètres à l'équateur. A la latitude de Paris (48° 50') il n'est plus que de 26,431,900 mètres. Un point situé à l'équateur a plus de chemin à parcourir pour accomplir sa rotation en vingt-quatre heures qu'un point plus rapproché du pôle.

Nous avons déjà dit que cette vitesse de rotation est de 465 mètres par seconde à l'équateur. A la latitude de Paris, elle n'est plus que de 305 mètres. Aux pôles, elle est nulle.

Les longitudes, ou méridiens, sont de grands cercles de même longueur, divisant la Terre en quartiers, comme les tranches d'une orange ou d'un melon. Ils font le tour du globe et mesurent 40,000,000 de mètres environ (40,008,032). Souvenons-nous en passant que l'on a déterminé la longueur du mètre comme étant, par définition, la dix-millionième partie du quart d'un méridien terrestre.

Ainsi, tout en roulant sur elle-même, la Terre circule autour du Soleil, le long d'une vaste orbite tracée à 149 millions de kilomètres du foyer central, orbite sensiblement elliptique, comme déjà nous l'avons remarqué. Elle est un peu plus près du Soleil le 1er janvier que le 1er juillet, à son périhélie (*péri*, près, *hélios*, Soleil) qu'à son aphélie (*apo*, loin, *hélios*, Soleil) : la différence est de 6 millions de kilomètres, et sa vitesse est un peu plus rapide au périhélie qu'à l'aphélie.

Ce second mouvement produit l'*année*. Il s'effectue en 365 jours 6 heures 9 minutes 9 secondes. Telle est la révolution complète de notre planète autour de l'astre du jour. Elle a reçu le nom d'année sidérale. Mais ce n'est pas ainsi, dans la vie pratique, que nous comptons l'année civile. Cette année civile, nommée aussi année tropique, n'est pas égale à la révolution de la Terre, parce qu'un très lent mouvement giratoire, appelé « précession des équinoxes », dont le cycle est de

25,765 ans, recule chaque année l'équinoxe de printemps de 20 minutes environ.

L'année civile est, en conséquence, de 365 jours 5 heures 48 minutes 46 secondes.

Pour simplifier le calendrier, cette encombrante fraction de 5 heures 48 minutes 46 secondes (environ un quart de jour) est ajoutée tous les quatre ans à une année bissextile, et l'on a ainsi des années inégales de 365 et 366 jours. Toutes les années dont le chiffre est divisible par 4 sont bissextiles. Comme on ajoute un quart de jour par an, il reste encore 11 minutes 14 secondes de trop. On les retranche tous les cent ans, en ne rendant pas bissextiles les années séculaires dont le radical n'est pas divisible par 4. L'année 1600 a été bissextile; 1700, 1800 et 1900 ne l'ont pas été; 2000 le sera. La concordance est ainsi à peu près parfaite entre le calendrier et la nature, depuis l'établissement du calendrier grégorien (1582).

Comme l'orbite terrestre ne mesure pas moins de 939 millions de kilomètres à parcourir en une année, la Terre vole dans l'espace en raison de 2,572,000 kilomètres par jour, ou 107,000 kilomètres par heure ou 29,763 mètres par seconde en moyenne, un peu plus rapide au périhélie, un peu moins à l'aphélie. Cette course vertigineuse, mille fois plus rapide que la marche d'un train express, s'exécute sans secousse, sans

choc, sans bruit. Le raisonnement peut seul nous faire deviner le mouvement prodigieux qui nous emporte dans les vastes champs de l'infini, en plein ciel.

Pour en revenir au calendrier, remarquons, en terminant, que l'humanité n'a pas fait preuve d'un beau raisonnement en fixant le renouvellement de l'année au 1er janvier. On ne pouvait choi-

Fig. 63. — Pour trouver les mois longs et les mois courts.

sir plus désagréable saison. De plus, comme on a conservé les anciennes dénominations romaines des mois, qui, au temps de Romulus, commençaient par mars, le « septième » mois de l'année, « septembre », se trouve être notre neuvième mois ; octobre (le huitième) se trouve être le dixième; novembre (le neuvième) est devenu le onzième et décembre (le dixième) a pris la place du douzième! On n'est vraiment pas difficile.

De plus encore, ces mois sont inégaux, comme tout le monde le sait. Nos lectrices n'ignorent pas le moyen de reconnaître les mois longs et les mois courts par le procédé aussi simple qu'enfantin qui consiste à fermer la main gauche et à compter sur le poing les bosses et les creux, les premières correspondant aux mois longs, les seconds indiquant les mois courts : 1re bosse, *janvier;* 1er creux, *février;* 2e bosse, *mars;* etc.

Le véritable renouvellement de l'année ne devrait-il pas coïncider avec l'éveil de la nature, avec le printemps de l'hémisphère terrestre qui porte la majeure partie de l'humanité, avec la date du 21 mars ? Les mois ne devraient-ils pas être égalisés, et leurs noms modifiés ? Pourquoi ne pas suivre la charmante évolution dictée par le Soleil et le mouvement de notre planète ? Mais notre pauvre Terre roulera longtemps encore avant que ses habitants soient devenus raisonnables...

NEUVIEME LEÇON

LA LUNE

Voici l'heure exquise où toute la Nature se recueille dans le calme tranquille d'une nuit silencieuse.

Le Soleil a jeté son dernier regard d'adieu sur la Terre assoupie. Tout se tait. Et bientôt les étoiles s'allumeront une à une au sein du firmament sombre. A l'opposé du couchant, à l'Orient, la pleine lune s'élève lentement, semblant appeler notre pensée vers les mystères de l'infini, tandis que sa limpide lumière se répand dans l'espace comme une céleste rosée.

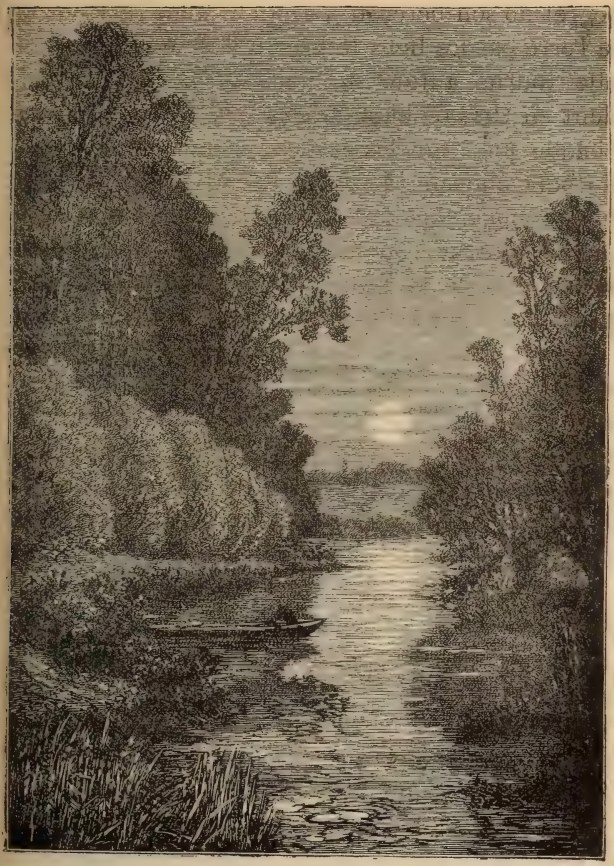
Dans les bois parfumés, les arbres se détachent en silhouettes étranges sur le fond du ciel et semblent étendre leurs longs bras tortueux vers cette beauté céleste. Sur la rivière, unie comme un miroir où la pâle Phébé reflète sa splendeur, les jeunes filles vont, dit-on, chercher l'image

flottante de leur futur époux. Et, pour répondre à leurs vœux, notre belle compagne céleste écarte le voile de nuages qui la cachait à leurs yeux et fait miroiter ses doux rayons sur l'onde endormie.

De tous temps, la Lune a eu le privilège de charmer les regards et d'attirer spécialement l'attention des mortels. Que de pensées ne se sont pas envolées vers son disque à la fois pâle et brillant? Astre du mystère et de la solitude planant sur nos nuits silencieuses, ce céleste flambeau nous apparaît splendide et triste dans sa clarté glaciale, et son rayon limpide nous pénètre d'une rêverie pleine de charme et de mélancolie. Muette spectatrice des destinées terrestres, cette lumière nocturne veille sur notre planète qu'elle suit dans son cours comme un fidèle satellite.

Le premier regard humain qui s'éleva vers le Ciel fut frappé, tout d'abord, par l'éclat de ce globe solitaire, errant parmi les étoiles. C'est la Lune la première qui offrit une division facile du temps par mois et par semaines, et c'est à l'étude de ses phases que se bornèrent les premières observations astronomiques.

Fille de la Terre, la Lune est née aux limites de la nébuleuse terrestre, lorsque notre monde n'était encore qu'une énorme sphère de gaz, et a été détachée d'elle à une époque critique de formidable marée solaire. Séparée comme



... La pleine lune s'élève lentement...

regret de son berceau d'origine, mais rattachée à la Terre par les liens indissolubles de l'attraction, elle tourne autour de nous en un mois, d'Occident en Orient, et ce mouvement la fait retarder chaque jour sur les étoiles. Si nous l'observons de soir en soir, à partir de la nouvelle lune, nous remarquons qu'elle est, chaque soir, un peu plus à gauche, ou à l'Est, que la veille. Cette révolution de la Lune autour de notre planète produit les phases et mesure nos mois.

Pendant la durée de son voyage mensuel, elle nous présente toujours la même face. On pourrait croire que la crainte de nous perdre de vue a immobilisé son globe et l'empêche de se retourner. Aussi, nous ne connaissons d'elle que cette vague esquisse de visage humain observée dès les âges antiques.

Il semble, en effet, qu'elle nous regarde du haut des cieux, d'autant plus que les taches principales de son disque rappellent vaguement l'aspect d'un visage. Si nous essayons de la dessiner à l'œil nu, sans le secours d'aucun instrument, nous remarquons des régions sombres et des régions claires que chacun interprète un peu à sa façon. Pour moi, par exemple, la pleine lune offre l'aspect représenté par la figure suivante. Dans mon esprit, ces taches se traduisent, en se résumant, en deux yeux et une esquisse de nez; résultat : une vague figure humaine, comme elle

est indiquée au petit disque inférieur. D'autres

Fig. 65. — La Lune vue à l'œil nu.

y voient un homme portant un fagot, un lièvre,

un lion, un chien, un kangourou, une faucille, deux têtes qui s'embrassent, etc. (*) Mais, en

Fig. 66. — La tête d'homme dans la Lune.

général, c'est plutôt une figure humaine que l'on a une tendance à y reconnaître.

Cependant, si l'on précise un peu cet aspect par le dessin, on trouve un profil de tête d'homme

* On trouvera 58 représentations diverses de l'aspect de la Lune à l'œil nu aux Bulletins mensuels de la Société astronomique de France de l'année 1900, d'après une enquête que j'avais établie entre les nombreux membres de cette Société.

assez bien esquissé, orné d'une abondante chevelure (*fig.* 66). D'autres précisent beaucoup plus et dessinent une tête de femme certainement trop marquée, comme l'a fait M. Jean Sardou (*fig.* 67). D'autres encore, comme M. Zamboni, laissent

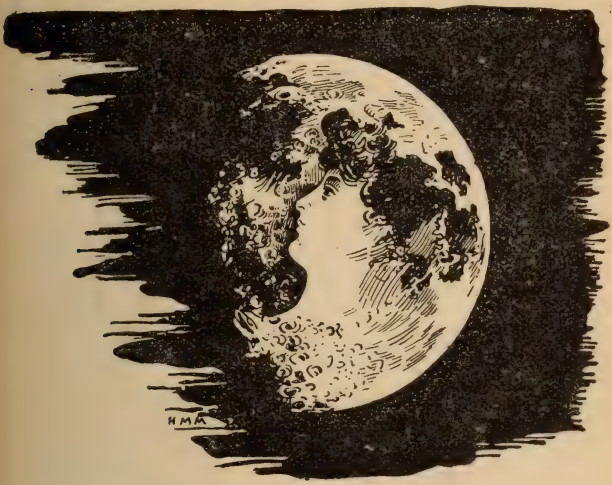


Fig. 67. — La tête de femme dans la Lune.

apercevoir, derrière le profil d'homme, une image de jeune fille embrassée par le profil masculin (*fig.* 68). Il y a assurément là un peu d'imagination. Cependant, à la première occasion, regardez notre satellite à la jumelle, quelques jours après le premier quartier, et vous ne manquerez pas d'y reconnaître le profil masculin dont je viens de parler, et d'y deviner même « le baiser dans la Lune ».

Fig. 68. — Le baiser dans la Lune.

Ces vagues aspects disparaissent dès que l'on dirige vers la Lune un instrument même très faible, par exemple une petite lunette : les taches se déterminent mieux, et les illusions de la vision indistincte s'évanouissent. Voici, à ce propos,

Fig. 69. — La Lune photographiée.

une photographie directe de la Lune que j'ai prise il y a quelques années : on n'y voit, à vrai dire, ni figure humaine, ni homme, ni chien, ni lièvre, ni fagot, mais seulement des configurations géographiques foncées et, dans la région inférieure,

un point lumineux d'où rayonnent quelques bandes claires dont plusieurs se prolongent assez loin. Cependant, regardée d'un peu loin, n'y retrouve-t-on pas le profil masculin signalé tout à l'heure ?

Dès les premières observations astronomiques à l'aide d'instruments, faites par Galilée en 1609, on chercha à savoir ce que pouvaient représenter ces taches sombres, et on leur donna le nom de mers, parce que l'eau absorbe la lumière, la réfléchit moins que la terre ferme. La Lune ne possède par elle-même aucune lumière propre, pas plus que notre planète, et elle ne brille que par la lumière du Soleil qui l'éclaire. Comme elle tourne autour de la Terre et change constamment de position relativement au Soleil, nous voyons plus ou moins de son hémisphère éclairé, et il en résulte les phases que tout le monde connaît.

Au commencement de chaque lunaison, la Lune se trouve entre le Soleil et la Terre, et son hémisphère non éclairé est tourné vers nous. C'est la Nouvelle Lune. Nous ne la voyons donc pas ; mais, deux jours plus tard, le fin croissant de Diane verse sur la Terre une douce clarté. Graduellement, le croissant s'élargit. Lorsque la Lune arrive à angle droit avec nous et le Soleil, la moitié de l'hémisphère éclairé se présente à nous. C'est le premier quartier. A

l'époque de la Pleine Lune, celle-ci se trouve juste à l'opposé du Soleil, et nous voyons tout l'hémisphère illuminé. Puis arrive le décours : le

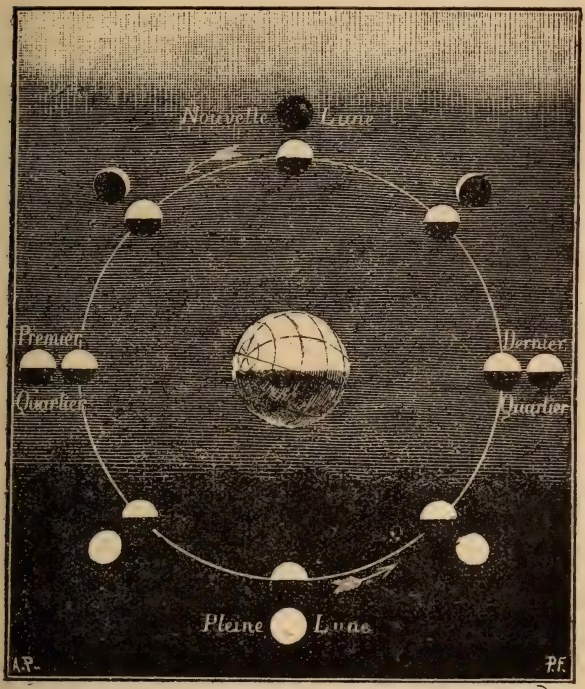


Fig. 79. — Mouvement de la Lune autour de la Terre. Éclairement solaire et phases.

disque brillant est d'abord légèrement entamé ; il diminue de jour en jour, et une semaine environ avant la Nouvelle Lune, notre charmante amie

ne se montre plus que de profil, avant de repasser devant le Soleil : c'est le dernier quartier.

Lorsque la Lune est en croissant, dans les premiers soirs de la lunaison, et après le dernier quartier, le reste du disque est visible, faiblement éclairé par une pâle clarté. C'est ce qu'on appelle la lumière cendrée. Elle est produite par le clair de Terre qui réfléchit dans l'espace la lumière reçue du Soleil. Cette lueur est donc le reflet de notre lumière qui nous est renvoyé par la Lune. C'est le reflet d'un reflet.

Ce mouvement de la Lune autour de la Terre s'accomplit en 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes; mais comme en même temps la Terre tourne autour du Soleil, lorsque la Lune revient au même point, la Terre s'étant déplacée relativement au Soleil, la Lune doit encore marcher pendant plus de deux jours pour se retrouver entre le Soleil et la Terre, de sorte que le mois lunaire est plus long que la révolution sidérale de la Lune : il est de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes. C'est la durée de la succession des phases.

Cette révolution s'effectue à la distance de 384,000 kilomètres. La vitesse de la Lune sur son orbite est de plus d'un kilomètre par seconde. Mais notre planète l'emporte dans l'espace avec une vitesse près de trente fois plus rapide.

Le diamètre de la Lune représente les 273 mil-

liêmes de celui de la Terre, soit 3,480 kilomètres.

Son étendue égale 38 millions de kilomètres carrés, soit un peu plus de la treizième partie de la surface terrestre, qui en mesure 510.

En volume, la Lune est 50 fois plus petite que la Terre. Sa masse ou son poids n'est que le 81e du globe terrestre. Sa densité est de 0,615 relativement à celle de la Terre, soit un peu plus de 3 fois celle de l'eau. La pesanteur à sa surface est très faible : 0,174. Un kilogramme transporté là n'y pèserait plus que 174 grammes.

*
* *

A la faible distance de 384,000 kilomètres qui nous en sépare (environ 30 fois le diamètre de la Terre), la Lune est un faubourg de notre cité terrestre. Qu'est-ce que cette petite distance ? C'est un pas dans l'univers.

Une dépêche télégraphique y arriverait en une seconde et demie ; le projectile de la poudre volerait pendant 8 jours 5 heures pour l'atteindre ; un train express y conduirait en 8 mois et 22 jours. Ce n'est que la 388e partie de l'éloignement qui nous sépare du Soleil, et seulement la cent millionième partie de la distance des étoiles les plus rapprochées de nous ! Bien des hommes ont fait à pied ici-bas, tout le chemin qui nous sépare de la Lune !... Un pont de trente globes

terrestres suffirait pour relier entre eux les deux mondes.

Cette grande proximité fait que, de toutes les sphères célestes, la Lune est la mieux connue. On a dessiné sa carte géographique (ou pour mieux dire sélénographique (Sélênê, Lune) depuis plus de deux siècles, d'abord comme une esquisse vague, ensuite avec plus de détails, aujourd'hui avec une précision comparable à celle de nos cartes géographiques terrestres.

Avant l'invention des lunettes, depuis l'antiquité jusqu'au XVIIe siècle, on se perdait en conjectures sur la nature de cette étrange figure lunaire. On voyait en elle un monde mystérieux, d'autant plus extraordinaire qu'il nous présente toujours la même face. Les uns le comparaient à un immense miroir reflétant l'image de la Terre. D'autres se l'imaginaient comme un astre d'argent, séjour enchanté où tout n'était que bonheur et richesse. Pendant longtemps, il fut de mode, sans qu'on sût jamais pourquoi, de penser que les habitants de la Lune sont quinze fois plus grands que nous...

Cependant, l'invention des lunettes vint mettre un peu d'ordre et un grain de vérité dans ces assertions fantaisistes. Les premières observations de Galilée révolutionnèrent la science, et ses découvertes transportèrent d'enthousiasme les esprits les plus calmes. Dès lors, la Lune devint

notre propriété, un faubourg terrestre où tout le monde se fût volontiers installé si les moyens d'y accéder eussent été aussi rapides que les ailes de l'imagination. C'était alors chose facile de créer mille descriptions enchanteresses des charmes de notre belle amie, et c'est ce dont on ne se priva point. Bientôt, on s'aperçut que la Lune ressemble fort à la Terre au point de vue géologique; sa surface est hérissée de montagnes abruptes s'éclairant comme des points lumineux sous les rayons du soleil; à côté, des parties sombres et ombrées nous annoncent les plaines; ailleurs, on remarque de larges taches grises que l'on supposa être des mers parce qu'elles réfléchissent moins parfaitement la lumière solaire que les contrées avoisinantes. A cette époque, on ne savait presque rien sur la constitution physique de la Lune, et on se la représentait enveloppée d'une couche atmosphérique analogue à celle au fond de laquelle nous respirons. Aujourd'hui nous savons que ces « mers » sont sans eau, et que si le globe lunaire possède encore une atmosphère, elle ne peut être qu'extrêmement légère.

La Lune devint l'objet de prédilection des astronomes, et les nombreuses observations qu'on en fit apportèrent une connaissance suffisante de sa surface pour permettre de tracer des cartes sélénographiques fort intéressantes. Pour se

reconnaître parmi les mers, plaines et montagnes qui se partagent le sol lunaire, on sentit l'utilité de les baptiser. Les mers furent les premières nommées. Elles reçurent des dénominations se rapportant à ses prétendues influences astrologiques. C'est ainsi que nous rencontrons sur la Lune : la mer de la Fécondité, le lac de la Mort, la mer des Humeurs, l'océan des Tempêtes, la mer de la Tranquillité, le marais des Brouillards, le lac des Songes, la mer de la Putréfaction, la presqu'île des Rêveries, la mer des Pluies, etc.

Quant aux parties lumineuses et aux montagnes, on eut d'abord l'idée de leur donner les noms des plus illustres astronomes ; mais la crainte de faire des mécontents retint Hévélius et Riccioli, auteurs des premières cartes lunaires (1647, 1651), qui jugèrent plus prudent de transporter sur la Lune les dénominations des montagnes terrestres. Les Alpes, les Apennins, les Pyrénées, les Karpathes se retrouvent là-haut ; toutefois, le vocabulaire des montagnes n'ayant pas été suffisant, les savants reprirent leurs droits, et nous rencontrons sur la Lune : Aristote, Platon, Hipparque, Ptolémée, Copernic, Képler, Newton, ainsi que plusieurs noms modernes. Ces montagnes lunaires sont toutes des cirques.

L'espace nous manque pour insérer ici une carte générale complète de la Lune (celle que j'ai publiée ne mesure pas moins de un mètre de

hauteur avec la nomenclature); mais la figure ci-dessous en donne un résumé suffisant pour le cadre de ce petit livre. Voici les noms des prin-

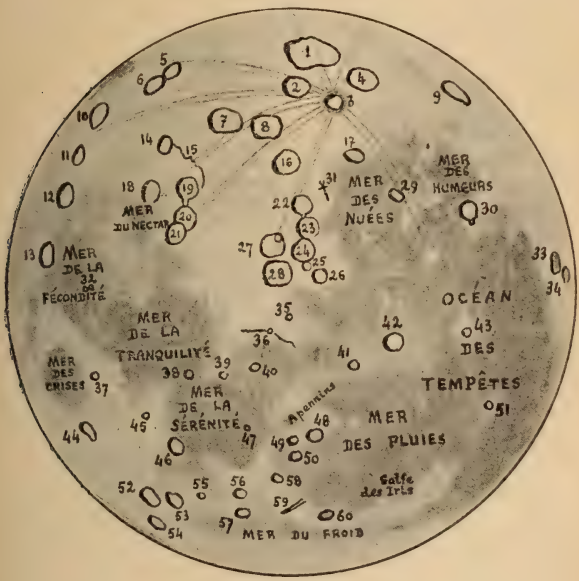


Fig. 71. — Géographie lunaire. Mers et principaux cirques.

cipaux cirques lunaires, avec les numéros qui leur correspondent sur cette carte miniature :

1. Clavius.
2. Maginus.
3. Tycho.
4. Longomontanus
5. Fabricius.
6. Metius.
7. Maurolycus.
8. Stoefler.
9. Schickard.
10. Furnerius.
11. Petavius.
12. Vendelinus

13. Langrenus.
14. Piccolomini.
15. Monts Altaï.
16. Walter.
17. Regiomontanus.
18. Fracastor.
19 Catherine.
20. Cyrille.
21. Théophile.
22. Arzachel.
23. Alphonse.
24. Ptolémée.
25. Herschel.
26. Flammarion.
27. Albatégni.
28. Hipparque.
29. Bouillaud.
30. Gassendi.
31. Le mur droit.
32. Messier.
33. Grimaldi.
34. Riccioli
35. Triesnecker.
36. Hyginus et sa rainure.
37. Proclus.
38. Pline.
39. Ménélas.
40 Manilius.
41. Eratosthène.
42. Copernic.
43. Kepler.
44. Cléomède.
45. Rœmer.
46. Posidonius.
47. Linné.
48. Archimède.
49. Autolycus.
50. Aristillus.
51. Aristarque.
52. Atlas.
53. Hercule.
54. Endymion.
55. Burg.
56. Eudoxe.
57. Aristote.
58. Cassini.
59. Vallée des Alpes.
60. Platon.

Cette carte est renversée et montre notre satellite tel qu'il se présente dans les lunettes astronomiques. La montagne rayonnante de Tycho est en haut au lieu d'être en bas.

Les progrès toujours croissants de l'optique dotent perpétuellement la Science de nouvelles découvertes, et nous pouvons dire à présent que nous connaissons la géographie de la Lune aussi bien et même mieux que la géographie de notre planète. Les hauteurs de toutes les montagnes de la Lune sont mesurées à quelques mètres près. (On ne pourrait pas en dire autant de celles de la Terre). Les plus élevées dépassent 7,000 mètres. Proportions gardées, le satellite est beaucoup plus montagneux que la planète, et les géants plutoniens sont en bien plus grand nombre là

qu'ici. S'il y a chez nous des pics, comme le Gaorisankar, le plus élevé de la chaîne de l'Himalaya et de toute la Terre, dont la hauteur de 8,840 mètres est égale à la 1140e partie du diamètre de notre globe, on trouve sur la Lune des pics de 7,700 mètres, comme ceux de Dœrfel et de Leibniz, dont l'altitude équivaut à la 470e partie du diamètre lunaire.

La montagne de Tycho est une des plus belles de notre satellite. On la distingue à l'œil nu (et parfaitement avec une jumelle) comme un point blanc auréolant d'une sorte d'étoile la partie inférieure du disque. Au moment de la pleine lune, elle est éblouissante et projette au loin sur le globe lunaire de longs rayonnements. Il en est de même du mont Copernic, dont l'éclatante blancheur étincelle dans l'espace. Mais le fait le plus curieux dans les montagnes lunaires est qu'elles sont toutes creuses et qu'on peut aussi bien les mesurer en profondeur qu'en hauteur C'est là un genre de montagnes aussi étranges pour nous que les mers sans eau ! En effet, les montagnes de la Lune sont d'anciens cratères volcaniques, sans sommets, sans couvercles.

Lorsqu'on atteint les pics les plus élevés, on trouve une large ouverture circulaire se prolongeant à l'intérieur de la montagne, parfois bien au-dessous des plaines avoisinantes, et comme ces cratères mesurent souvent plusieurs centaines de

kilomètres, si l'on ne veut pas en faire le tour, on est obligé, pour franchir la montagne, de descendre presque à pic dans le fond, de le traverser pour remonter sur le versant opposé et revenir par la plaine. Voilà, sans contredit, des excursions alpestres qui mériteraient le titre d'ascensions périlleuses !

Aucune contrée de la Terre ne peut nous donner une idée de l'état du sol lunaire : jamais terrains ne furent plus tourmentés; jamais globe ne fut plus profondément déchiré jusque dans ses entrailles. Les montagnes présentent des amoncellements de rochers énormes tombés les uns sur les autres, et autour de cratères effrayants qui s'enchevêtrent les uns dans les autres, on ne voit que des remparts démantelés, ou des colonnes de rochers pointus ressemblant de loin à des flèches de cathédrales sortant du chaos.

Il n'y a pas d'atmosphère, avons-nous dit, ou du moins, si peu, et seulement au fond des vallées, que c'est insensible. Jamais de nuages, de brouillards, de pluie ni de neige. Le ciel est un espace toujours noir, sans voûte, constamment constellé d'étoiles, de jour comme de nuit.

Supposons que nous arrivions au milieu de ces steppes sauvages vers le commencement du jour : le jour lunaire est quinze fois plus long que le nôtre, puisque le soleil met un mois à éclairer le tour entier de la Lune; on ne compte pas

moins de 354 heures depuis le lever jusqu'au coucher du soleil. Si nous arrivons avant le

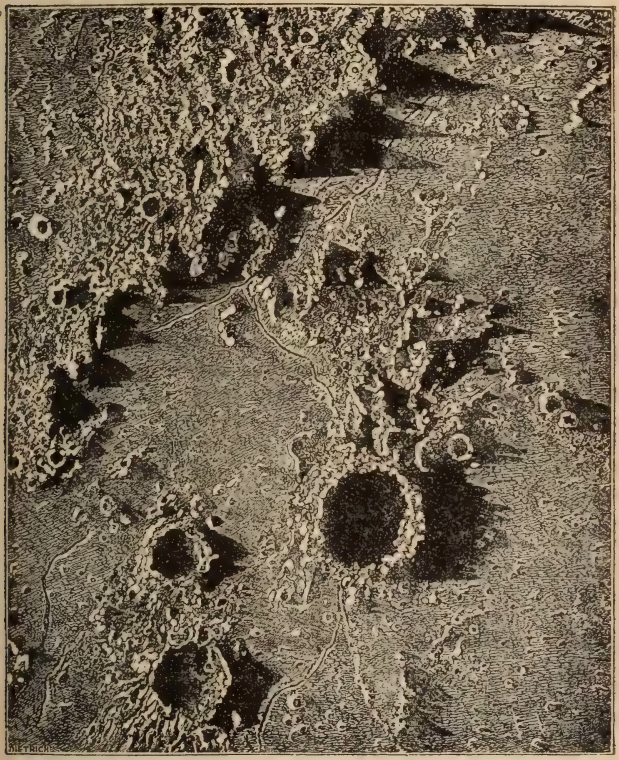


Fig. 72. — Les Apennins lunaires.

lever du soleil, l'aurore n'est plus là pour l'annoncer, car sans atmosphère il n'y a aucune

espèce de crépuscule. Tout d'un coup, de l'horizon noir, s'élancent les flèches rapides de la lumière solaire, qui viennent frapper les sommets des montagnes, pendant que les plaines et les vallées restent dans la nuit. La lumière s'accroît lentement, car tandis que sur la Terre, dans les latitudes centrales, le soleil n'emploie que deux minutes un quart pour se lever, sur la Lune il emploie près d'une heure, et, par conséquent, la lumière qu'il envoie est très faible pendant plusieurs minutes et ne s'accroît qu'avec une extrême lenteur. C'est une espèce d'aurore, mais qui est de courte durée, car lorsque, au bout d'une demi-heure, le disque solaire est déjà levé de moitié, la lumière paraît presque aussi intense à l'œil que lorsqu'il est tout entier au-dessus de l'horizon; l'astre radieux s'y montre avec ses protubérances et son ardente atmosphère. Il s'élève lentement, comme un dieu lumineux, au fond du ciel toujours noir, ciel profond et sans forme, dans lequel les étoiles continuent de briller pendant le jour, car elles ne sont pas cachées par un voile atmosphérique comme celui qui nous les dérobe dans la lumière diurne.

L'absence d'atmosphère sensible doit produire là pour la température un effet analogue à celui que l'on remarque sur les hautes montagnes de notre globe, où la raréfaction de l'air ne permet pas à la chaleur solaire de se concentrer à la sur-

face du sol, comme au fond de l'atmosphère, qui agit à la façon d'une serre : la chaleur du Soleil n'est conservée par rien et rayonne sans cesse vers l'espace. Il est probable que le froid y est

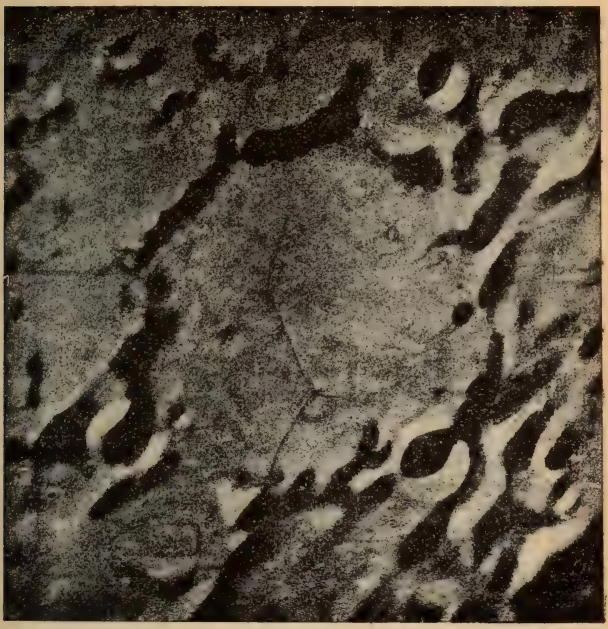


Fig. 73. — Le cirque lunaire Flammarion.

constamment très rigoureux, non seulement pendant ces nuits quinze fois plus longues que les nôtres, mais même pendant les longues journées ensoleillées.

Nous avons représenté ici en deux dessins différents ces curieux aspects de la topographie lunaire. Le premier (*fig.* 72) est pris dans la région des Apennins et montre une longue chaîne de montagnes au-dessous de laquelle se creusent trois cirques profonds : Archimède, Aristillus et Autolycus ; le second (*fig.* 73) montre le cirque lunaire Flammarion (*) dont le contour est formé de remparts démantelés et dont le fond est parsemé de petits cratères. Le premier de ces deux dessins a été fait en Angleterre, par Nasmyth; le second en Allemagne, par Krieger : ils donnent l'un et l'autre exactement l'idée de ce que l'on voit au télescope sous divers modes d'éclairement solaire.

Dans le ciel toujours noir et toujours étoilé de la Lune, on admire constamment, de jour comme de nuit, un astre majestueux, que l'on ne voit pas de la Terre, et qui offre cette particularité d'être immobile dans le ciel, tandis que tous les autres passent derrière lui, et d'être d'une grandeur apparente considérable. Cet astre, environ quatre fois plus large que la Lune en diamètre, et de treize à quatorze fois plus étendu en surface,

* Nos lectrices sont priées de ne pas parler de cette propriété, car la Commission du Budget, à bout de ressources, pourrait bien avoir l'idée de l'imposer d'une contribution inattendue. Ce cirque, dont les astronomes m'ont fait don en 1887, se trouve vers le centre du disque lunaire, au nord de Ptolémée et d'Herschel. Il mesure 90 kilomètres de diamètre, soit 636.000 hectares.

c'est notre propre Terre, qui offre à la Lune des phases correspondantes à celles que notre satellite nous présente, mais en sens inverse. Au moment de la Nouvelle Lune, le Soleil éclaire en plein l'hémisphère terrestre tourné vers notre satellite, et l'on a la *pleine-terre*; à l'époque de la Pleine Lune, au contraire, c'est l'hémisphère

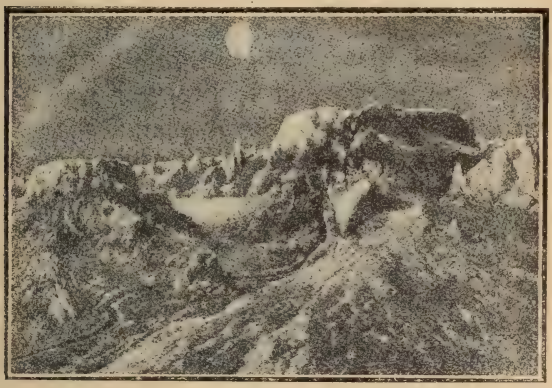


Fig. 74. — Paysage lunaire avec la Terre dans le Ciel.

non éclairé de la Terre qui est tourné vers notre satellite, et l'on a la *nouvelle-terre*; lorsque la Lune nous offre un premier quartier, la Terre est à son dernier quartier et ainsi de suite. Le tableau dessiné ici donne une idée de ces aspects.

Quel curieux spectacle offre notre globe pendant cette longue nuit de quatorze fois vingt-quatre heures ! Indépendamment de ses phases

qui le conduisent du premier quartier à la pleine-terre pour le milieu de la nuit, et de la pleine-terre au dernier quartier pour le lever du soleil, quel intérêt n'éprouverions-nous pas à le voir ainsi stationnaire dans le ciel et tournant sur lui-même en vingt-quatre heures ?

Oui, grâce à nous, les habitants de l'hémisphère lunaire tourné de notre côté sont gratifiés d'un admirable flambeau nocturne, sans doute moins blanc que le nôtre, malgré les nuages qui parsèment le globe terrestre, et nuancé d'un tendre ton d'émeraude un peu bleutée. L'astre dominant de leurs longues nuits, la Terre, leur offre des clairs de lune d'une beauté sans pareille, et, soit dit sans fausse modestie, notre présence dans le ciel lunaire doit produire des effets merveilleux, absolument féeriques.

Là-bas, on envie peut-être notre globe, séjour éblouissant dont la splendeur rayonne dans l'espace ; on en voit varier la verte clarté selon l'étendue des nuages qui en voilent les continents et les mers, et l'on observe son mouvement de rotation qui découvre successivement toutes les contrées de notre planète à ses contemplateurs.

Nous parlons ici des spectacles vus de la Lune et des habitants de notre satellite comme si ces habitants existaient réellement. L'aspect stérile et désolé du monde lunaire nous porte plutôt à penser que ces habitants n'existent plus, sans

pourtant être autorisés à l'affirmer. Qu'ils aient existé, cela ne me paraît pas douteux. Les volcans lunaires ont eu une activité considérable, au sein d'une atmosphère qui a permis aux blanches cendres volcaniques d'être emportées au loin par les vents et de dessiner autour des cratères ces rayonnements étoilés qui nous frappent encore aujourd'hui. Ces cendres se sont répandues sur les terrains en épousant toutes leurs aspérités, s'entassant un peu plus du côté vers lequel elles étaient poussées. Les magnifiques photographies faites à l'Observatoire de Paris par MM. Lœwy et Puiseux mettent sous nos yeux un éloquent témoignage de ces projections. Pendant cette ère d'activité planétaire, il y avait à la surface du globe lunaire des liquides et des gaz, qui paraissent avoir été, depuis, presque complètement absorbés. Or, l'enseignement de notre propre planète nous montre que la nature ne reste nulle part inféconde, et que la production de la vie est une loi si générale et si impérieuse que la vie se développe au détriment d'elle-même plutôt que de s'abstenir. Il est donc difficile de supposer que les éléments lunaires auraient pu rester inactifs, quand, à deux pas de là, ils montraient sur notre globe une telle fécondité. Oui, la Lune a été habitée par des êtres sans doute très différents de nous, et peut-être l'est-elle encore, quoique ce globe

ait parcouru plus rapidement que le nôtre les phases de sa vie astrale et que la fille ait ainsi vieilli plus vite que sa mère.

La durée de la vie des mondes semble devoir être en proportion de leurs masses. La Lune s'est refroidie et minéralisée plus hâtivement que la Terre. Jupiter est encore fluide.

Les progrès de l'optique nous rapprochent déjà beaucoup de cette province voisine ! Que n'arrivons-nous encore un peu plus près !

Un grossissement télescopique de 2,000 fois met la lune à $\frac{384000}{2000}$, ou 192 kilomètres de notre œil. Pratiquement on ne peut encore obtenir davantage, ni par les plus puissants instruments, ni par les agrandissements photographiques. Exceptionnellement, on arrive parfois à utiliser les grossissements de 3,000. C'est donc $\frac{384000}{3000}$ ou 128 kilomètres. C'est déjà là, assurément, un admirable résultat, qui fait le plus grand honneur à l'intelligence humaine. Mais c'est encore trop loin pour pouvoir rien décider au point de vue de la vie lunaire.

Si mes lectrices aiment être impressionnées par de grandioses et magnifiques spectacles, qu'elles dirigent une lunette, même très modeste (*), vers notre lumineux satellite, aux environs du premier quartier, alors qu'éclairé

* Par exemple la petite lunette signalée à la fin de cet Ouvrage

obliquement par le soleil, le relief de sa surface se manifeste avec le plus de valeur. Oui, observez ce monde voisin vers cette époque, à l'heure du coucher du soleil, de préférence, vous serez absolument émerveillées de sa beauté, de son éclat, de sa splendeur. Ces découpures du terminateur, ces dentelles, ces broderies, donnent l'image d'un bijou d'argent lumineux, translucide, fluide, palpitant dans l'éther. Rien de plus beau, rien de plus pur, rien de plus céleste que ce globe lunaire planant dans l'espace silencieux et nous renvoyant comme en un rêve féerique l'illumination solaire qui l'inonde. C'est l'impression que je ressentais hier encore, en observant un grand cirque juste à demi découpé, et en suivant les progrès du soleil se levant sur l'horizon lunaire pour ces cimes argentées. Et je me disais qu'il est vraiment inconcevable que les 999,999 millionièmes des habitants de notre planète passent leur vie sans s'être jamais donné ce spectacle, ni aucun de ceux que la divine Uranie jette avec tant de profusion sous les regards émerveillés des observateurs du ciel.

DIXIEME LEÇON

LES ÉCLIPSES

De tous les phénomenes célestes auxquels il peut nous être donné d'assister dans notre contemplation de l'univers, l'un des plus magnifiques et des plus impressionnants est, sans contredit, celui dont nous allons nous occuper.

Les comètes chevelues et les étoiles filantes au vol gracieux nous captivent par leur allure mystérieuse, parfois fantastique. Volontiers, nous laissons notre pensée, muette interrogatrice des mystères du ciel, se poser sur le brillant sillon d'or qu'elles laissent derrière elles. Ces inconnues nous parlent de l'infini; elles nous content l'histoire de leurs lointains voyages. Filles de l'espace, ces beautés éthérées nous entretiennent de l'immensité de l'univers.

Les éclipses, au contraire, sont des phénomènes qui nous touchent de plus près, qui s'exercent dans notre voisinage.

Avec elles, nous restons entre la Terre et la

Lune, dans notre petite province, et nous assistons à de pittoresques effets de la combinaison des mouvements de notre satellite autour de nous.

Avez-vous jamais assisté à une éclipse totale du Soleil ?

Le ciel est d'une immuable pureté ; pas le moindre nuage n'adoucit les rayons solaires. La voûte azurée du firmament couronne la Terre d'un dôme éblouissant de lumière. Partout, les feux de l'astre du jour répandent sur le monde leur gaieté bienfaisante.

Mais voici que cet éclat diminue... Le disque lumineux du Soleil s'échancre graduellement. Un autre disque, noir comme de l'encre, s'avance devant lui, et, peu à peu, l'envahit entièrement. L'atmosphère prend une teinte blafarde et sépulcrale; la nature, étonnée, se tait en un profond silence; un immense voile de tristesse se répand sur le monde. Tout à coup, la nuit arrive et les étoiles brillent au ciel. Il semble que, dans un mystérieux cataclysme, le Soleil ait disparu pour toujours. Mais cette angoisse est de courte durée. L'astre divin n'est pas mort. Une gerbe enflammée jaillit de l'ombre, annonçant son retour, et, lorsqu'il reparaît, on peut constater qu'il n'a rien perdu de son éclat ni de sa beauté. C'est toujours le radieux Apollon, roi du jour, veillant sur la vie des mondes planétaires.

Cette nuit subite assombrissant le ciel au milieu d'un beau jour n'est pas sans impressionner vivement les spectateurs de ce phénomène grandiose.

L'éclipse n'a duré que quelques minutes, mais cependant assez longtemps pour impressionner profondément les cœurs, et souvent pour permettre à la crainte et à la terreur d'agiter les esprits anxieux, même à notre époque, où l'on sait qu'il n'y a là rien de surnaturel ni de redoutable.

Autrefois, l'humanité frémissait, inquiète et consternée.

Était-ce un châtiment du Ciel ? N'y voyait-on pas l'œuvre d'une main invisible jetant le voile sombre de la nuit sur le céleste flambeau ?

La Terre ne s'était-elle pas égarée, loin de sa route, et n'allions-nous pas être privés éternellement de la lumière de notre bon Soleil ? Est-ce qu'un dragon monstrueux ne se préparait pas à dévorer l'astre du jour ?

La fable du dragon rongeant le Soleil ou la Lune pendant les éclipses s'est infiltrée un peu partout, en Asie comme en Afrique, et nous la voyons encore en honneur aujourd'hui sous plus d'une latitude. Mais nos lectrices savent déjà que nous pouvons identifier le terrible dragon céleste avec notre charmante amie, la Lune, qui sans doute ne serait pas très flattée de la comparaison.

Nous venons de voir, dans notre précédente

leçon, que la Lune tourne autour de nous en décrivant une orbite presque circulaire qu'elle parcourt en un mois environ. Il résulte de ce mouvement que l'astre nocturne se trouve tantôt entre le Soleil et la Terre, tantôt derrière nous, et tantôt à angle droit par rapport au Soleil et à la Terre. Or, les éclipses de soleil arrivent toujours au moment de la Nouvelle Lune, quand notre satellite passe entre le Soleil et nous, et les éclipses de lune, au moment de la Pleine Lune, lorsque celle-ci est à l'opposé du Soleil, derrière nous.

Cette circonstance conduisit assez vite les savants de l'antiquité à deviner la cause à laquelle elles sont dues.

La Lune en passant au commencement de sa révolution, entre le Soleil et la Terre, peut masquer une partie plus ou moins grande de l'astre du jour. En ce cas, il y a éclipse de soleil. D'autre part, lorsqu'elle se trouve de l'autre côté de la Terre relativement au Soleil, au moment de la Pleine Lune, notre planète peut intercepter les rayons solaires et les empêcher d'arriver à notre satellite, la Lune est plongée *dans l'ombre de la Terre* et est alors éclipsée. Telle est l'explication très simple du phénomène. Mais pourquoi n'y a-t-il pas éclipse de soleil à chaque Nouvelle Lune et éclipse de lune à chaque Pleine Lune?

Si la Lune tournait autour de nous dans le

même plan que la Terre autour du Soleil, elle éclipserait le Soleil à chaque Nouvelle Lune et s'éclipserait elle-même dans notre ombre à chaque Pleine Lune. Mais le plan de l'orbite lunaire est un peu incliné sur le plan de l'orbite terrestre, et les éclipses ne peuvent se produire que lorsque la Nouvelle Lune ou la Pleine Lune arrivent sur la ligne d'intersection de ces deux plans, quand le Soleil, la Lune et la Terre se trouvent placés sur une même ligne droite. Dans la majorité des cas, au lieu de s'interposer juste devant le chef de notre système, notre satellite passe soit un peu au-dessus, soit un peu au-dessous, de même que son passage derrière nous s'effectue presque toujours un peu au-dessus ou un peu au-dessous du cône d'ombre qui accompagne notre planète, à l'opposé du Soleil.

Lorsque la Lune vient se placer juste devant le Soleil, elle arrête la lumière de l'astre radieux et nous cache une portion plus ou moins grande du disque solaire. L'éclipse est partielle si la Lune n'entame qu'une partie du Soleil; *totale*, si elle le couvre entièrement; *annulaire*, si le disque solaire déborde tout autour du disque lunaire, ce qui arrive lorsque la Lune, dans son orbite elliptique, se trouve au delà de sa distance moyenne, vers l'apogée.

D'autre part, lorsque la Lune arrive juste dans le cône d'ombre que la Terre projette derrière

elle, c'est à son tour d'être éclipsée. Elle ne reçoit plus les rayons du Soleil, et cette privation lui est d'autant plus sensible, qu'elle doit tout son éclat à la lumière de l'astre du jour. L'obscurité devient complète pour la Lune si elle est entièrement plongée dans le cône d'ombre. En ce cas, l'éclipse est totale. Mais si une partie de son disque émerge du cône, cette partie reste éclairée, tandis que l'autre voit s'évanouir sa lumière. On observe alors une éclipse partielle et on remarque la forme ronde de l'ombre de la Terre projetée sur notre satellite, preuve céleste de la sphéricité de notre globe.

La Lune peut donc, en certains cas, nous priver des rayons lumineux du Soleil, en nous cachant l'astre du jour, et, en d'autres cas, s'effacer elle-même en traversant notre ombre. Malgré les fables, les inquiétudes, les terreurs qu'il a engendrées, ce phénomène est tout naturel : la Lune joue à cache-cache avec nous, et voilà tout ! C'est là un divertissement bien inoffensif pour la sécurité de notre planète.

Mais, comme nous le faisions remarquer tout à l'heure, ces phénomènes ont eu le don d'effrayer autrefois les mortels ignorants, soit lorsque l'astre de la lumière et de la vie semblait s'éteindre, soit lorsque la belle Phébé se couvrait d'un voile de crêpe et de deuil, et parfois d'une teinte rouge sang.

Il nous faudrait disposer de tout un volume pour exposer les faits mémorables sur lesquels les éclipses ont exercé une grande influence, quelquefois heureuse, souvent désastreuse. La lecture de ces récits tragiques ne manquerait pas d'intérêt : d'abord, elle montrerait à quels déboires peuvent exposer l'ignorance et la superstition, et, aussi, quelle force donnent à l'homme la culture intellectuelle et l'étude de la science.

Hérodote rapporte que des Scythes ayant cru avoir à se plaindre de Cyaxare, roi des Mèdes, se vengèrent de lui en lui servant dans un festin les membres d'un de ses enfants traîtreusement égorgé, et mis sur la table comme gibier rare. Les scélérats qui avaient commis ce crime révoltant se réfugièrent à la cour du roi des Lydiens qui eut la faiblesse de leur donner asile. La guerre fut aussitôt déclarée entre les Mèdes et les Lydiens, mais une éclipse totale de soleil arrivée juste à l'heure où les combattants étaient en présence, eut l'heureuse influence de faire tomber leurs armes de leurs mains, et, avec grande sagesse, ils s'en retournèrent chacun de leur côté. Cette éclipse, qui paraît s'être produite le 28 mai de l'an 584 avant notre ère, avait été prédite par Thalès. Notre habile peintre Rochegrosse en a fait un remarquable dessin qui ne manquera pas d'être remarqué par nos lectrices.

En l'an 413 avant Jésus-Christ, le général athé-

nien, Nicias, se préparait à retourner en Grèce après une expédition en Sicile. Mais, effrayé par une éclipse de Lune, et craignant l'influence néfaste du phénomène, il retarda son départ et manqua l'occasion de la retraite. Cette superstition lui coûta la vie. L'armée grecque fut détruite et cet événement marque le commencement de la décadence d'Athènes.

En 331 avant Jésus-Christ, une éclipse de lune jette le désarroi dans les troupes d'Alexandre, près d'Arbelles, et le grand capitaine macédonien est obligé d'user de toute son adresse pour rassurer ses soldats épouvantés.

Agathocle, roi de Syracuse, bloqué par les Carthaginois dans le port de cette ville, s'échappa heureusement, mais fut inquiété le second jour de sa fuite par l'arrivée d'une éclipse totale de soleil qui terrifia ses compagnons. « Que craignez-vous ? leur dit-il, en étendant son manteau devant le Soleil. Avez-vous peur d'une ombre ? » (Cette éclipse me paraît être celle du 15 août 309, plutôt que celle du 2 mars 310.)

En l'an 1033, le 29 juin, à une époque où la fin prochaine du monde faisait frémir tous les cœurs, une éclipse annulaire de Soleil, arrivée vers midi, arrêta une bande de conjurés qui allaient étrangler le pape à l'autel. Ce pape était Benoît IX, âgé de moins de vingt ans et dont la vie était, dit-on, peu exemplaire. Les conjurés,

Fig. 75. — La guerre entre les Lydiens et les Mèdes, arrêtée par une éclipse de soleil.

épouvantés par l'obscurcissement du Soleil, n'osèrent mettre la main sur le pontife, qui continua de régner jusqu'en 1044 (*).

Le 1er mars 1504, une éclipse de lune sauva Christophe Colomb, menacé de mourir de faim à la Jamaïque, où il se voyait refuser des vivres par une population sauvage et révoltée. Connaissant l'arrivée de cette éclipse par les éphémérides astronomiques, il menaça les Caraïbes de les priver de la lumière de la Lune... et tint parole. A peine l'éclipse était-elle commencée que les Indiens épouvantés se prosternaient aux pieds du conquérant en lui apportant tout ce qu'il réclamait.

Dans tous les temps et chez tous les peuples, on retrouve les traces des croyances populaires se rattachant à l'influence des éclipses. Ici, l'absence anormale de la lumière de l'astre est considérée comme un signe de la colère divine : les humbles pénitents se mettent en prière pour conjurer le céleste courroux. Là, on redoute la cruauté du terrible dragon ; on cherche à l'effrayer par des cris, des menaces, et on bombarde le ciel de coups de fusils pour délivrer la victime de son monstrueux agresseur.

En France, l'annonce d'une éclipse de soleil pour le 21 août 1560, troubla la quiétude de nos ancêtres au point de les rendre stupides. On se prépa-

* *La Fin du Monde*, p. 186.

rait à assister à un phénomène effroyable menaçant les humains d'influences mortelles. La malheureuse éclipse avait été précédée d'un cortège de présages épouvantables ! Les uns s'attendaient à un grand bouleversement dans les États et à Rome ; les autres pressentaient un nouveau déluge universel, ou, en sens contraire, l'embrasement du globe ; enfin, les plus optimistes craignaient seulement qu'elle empestât l'air. Aussi, pour se préserver de tant de misères, et pour se conformer aux ordres des médecins, une foule de gens épouvantés s'enfermèrent dans des caves bien closes et parfumées où ils devaient attendre l'arrêt du Destin. L'approche du phénomène augmentait la terreur, et l'on raconte qu'un curé de campagne ne pouvant plus suffire à confesser ses paroissiens, désireux de décharger leurs âmes de leurs péchés avant de prendre leur essor vers un séjour plus heureux, se vit obligé de leur dire au prône de « ne pas tant se presser, attendu qu'en raison de l'affluence des pénitents, l'éclipse avait été remise à quinzaine ».

Ces terreurs, ces craintes, règnent encore aujourd'hui chez les populations ignorantes.

Dans la nuit du 27 février 1877, une éclipse de lune a provoqué un tumulte indescriptible chez les habitants du Laos (Indo-Chine). Pour effrayer le Dragon noir, les indigènes tiraient des coups de fusils sur l'astre des nuits à demi-rongé, et

accompagnaient leur fusillade de cris épouvantables. Le Dr Harmand en a conservé le souvenir par le dessin pittoresque reproduit ci-après.

Lors de l'éclipse de soleil du 15 mars 1877, une scène analogue s'est produite chez les Turcs qui ont, durant un instant, oublié leurs préparatifs de guerre contre la Russie, pour tirer des coups de fusil sur le Soleil, afin de le délivrer des serres du Dragon.

L'éclipse de lune du 16 décembre 1880 ne passa pas inaperçue à Tackhent (Turkestan russe) où elle fut accueillie par un terrible vacarme de casseroles, boumbines, théières, etc... frappés à coups redoublés par des mains désireuses de contribuer à sauver la Lune du diable Tchaitane qui la dévorait.

En Chine, les éclipses sont l'objet de cérémonies imposantes dont le but est de rétablir la régularité des mouvements célestes. L'empereur étant considéré comme le fils du Ciel, son gouvernement doit être en quelque sorte le reflet de l'ordre immuable des harmonies sidérales. Or, les éclipses étant regardées par l'Astrologie comme des troubles dans l'ordre divin, leur apparition semble trahir une irrégularité dans le gouvernement du Céleste Empire. Aussi, sont-elles accueillies par des sortes de cérémonies expiatoires réglées depuis des milliers d'années et encore en honneur aujourd'hui.

Au vingtième siècle comme au dix-neuvième, au dix-huitième, ou aux époques anciennes, les

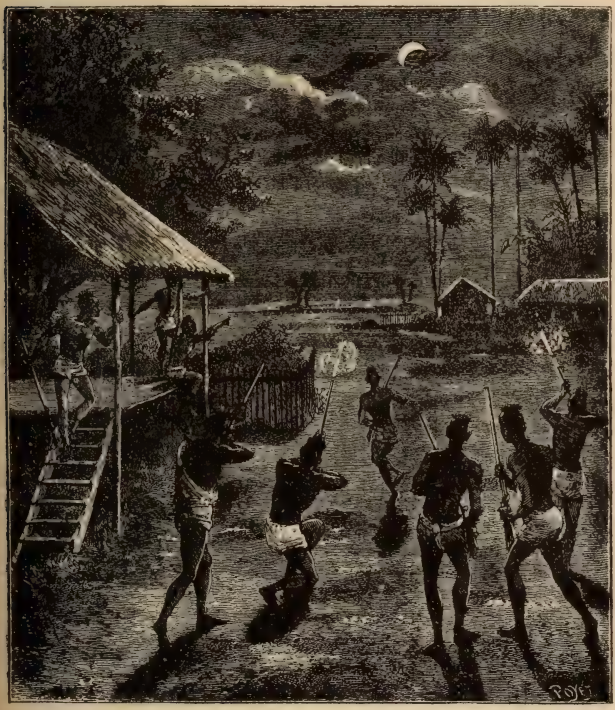


Fig. 76. — Une éclipse de lune dans le Laos. (27 février 1877.)

mêmes étonnements, les mêmes craintes, frappent les populations ignorantes, encore si nombreuses à la surface de notre planète.

Mais revenons à la réalité astronomique.

Tout à l'heure, nous avons dit que ces phénomènes se produisent lorsque la Pleine Lune ou la Nouvelle Lune arrivent sur la ligne d'intersection, appelée ligne des nœuds, où le plan de l'orbite lunaire coupe le plan de l'écliptique. Cette ligne tournant et revenant dans la même direction relativement au Soleil au bout de 18 ans 11 jours, il suffit d'enregistrer les éclipses observées pendant cette période pour connaître toutes celles qui se produiront à l'avenir, et retrouver celles qui se sont produites dans le passé. Cette période était connue chez les Grecs, sous le nom de Cycle de Méton, et les Chaldéens l'employaient déjà, il y a plus de trois mille ans, sous le nom de Saros.

En examinant ce cycle, composé de 223 lunaisons, on remarque qu'il ne peut se produire plus de sept éclipses par an, ni moins de deux. Lorsqu'il n'y en a que deux, ce sont des éclipses de soleil.

La totalité d'une éclipse de soleil ne peut durer plus de 7 minutes 58 secondes à l'équateur, et 6 minutes 10 secondes à la latitude de Paris. La Lune, au contraire, peut parfois rester entièrement éclipsée près de deux heures.

Les éclipses totales de soleil sont fort rares pour un lieu déterminé. Ainsi, pendant tout le XIXe siècle, Paris n'en a pas reçu une seule ; la dernière qui

soit passée *juste* sur la capitale de la France est du 22 mai 1724. J'ai calculé, en 1899, toutes celles du XXe siècle, et en ai trouvé deux passant tout près de Paris : le 17 avril 1912 et le 11 août 1999. La première, admirée de tout le monde, a glissé sur St-Germain ; la seconde passera sur Beauvais,

Fig. 77. — L'éclipse de soleil du 17 Avril 1912.
Cône de l'ombre de la Lune arrivant sur la France.

Compiègne, Amiens, Saint-Quentin. Paris n'en aura pas lui-même avant le 12 août 2026. Les éclipses totales de soleil d'une durée notable sont fort rares. Pour en être témoin, il faut aller les chercher. C'est ce que j'ai fait pour celles du 28 mai 1900 et du 30 août 1905 en Espagne.

La marche de l'ombre de la Lune à la surface de la Terre est tracée d'avance sur des cartes destinées à faire connaître les pays privilégiés sur lesquels notre satellite étendra sa nuit éphémère. On peut voir sur la figure ci-dessous la trajectoire de la phase totale de l'éclipse de 1900 sur le Portugal, l'Espagne, l'Algérie et la Tunisie.

L'immuable splendeur des mouvements célestes ne m'a jamais frappé avec autant de puissance que pendant l'observation de ce grandiose phénomène. Avec l'absolue précision du calcul astronomique, notre satellite, en gravitant autour de la Terre, est arrivé sur la ligne théorique, menée de l'astre du jour à notre planète et s'est interposé graduellement, lentement et exactement devant lui. L'éclipse a été totale et s'est produite à la minute déterminée par le calcul. Puis, le globe obscur de la Lune continuant son cours régulier, a démasqué l'astre radieux et graduellement, lentement, a terminé son passage devant lui. Il y avait là, pour tout observateur, une double leçon philosophique, une double impression : celle de la grandeur, de l'omnipotence des forces inexorables qui régissent l'univers, et celle de la valeur intellectuelle de l'homme, de cet atome pensant, perdu sur un autre atome et qui, par le travail de sa faible intelligence, est parvenu à la connaissance de ces lois qui l'emportent lui-même, comme le reste du monde,

dans l'espace, dans le temps et dans l'inconnu.

La ligne de centralité passait sur Elche, ville pittoresque de trente mille habitants, voisine d'Alicante, et j'avais choisi cette station à cause de la probabilité du beau temps.

Fig. 78. — Marche de l'ombre de la Lune pendant l'éclipse totale de soleil du 28 mai 1900.

De la terrasse de la maison de campagne du maire hospitalier, métairie transformée en observatoire par mon savant ami le comte de la Baume Pluvinel, nul obstacle ne nous masquait aucune partie du ciel et du paysage. L'horizon tout entier se développait autour de nous. Devant nous une ville d'aspect arabe encadrée d'une

admirable oasis de palmiers ; un peu plus loin, la mer bleue au delà des rivages d'Alicante et de Murcie ; de l'autre côté, une ceinture de montagnes peu élevées, et tout près de nous les jardins et les champs. Une compagnie de garde civique maintenait l'ordre pour éviter une trop grande affluence de curieux. Plus de dix mille visiteurs venaient d'arriver.

Au moment où le premier contact du disque lunaire avec le disque solaire fut constaté au télescope, j'ai fait tirer un coup de canon pour annoncer aux quarante mille personnes qui attendaient le phénomène, le commencement précis de l'occultation, et pour savoir quelle différence existerait entre cette constatation télescopique et l'observation directe faite à l'œil nu (simplement protégé par un verre noir) par tant d'observateurs improvisés. C'est ce qu'Arago avait déjà fait à Perpignan en 1842. La vérification a été presque immédiate, pour la plupart des vues, et peut être estimée à huit ou dix secondes. Ainsi, le commencement de l'éclipse a été constaté presque aussitôt à l'œil que dans les instruments astronomiques.

Le ciel est d'une admirable pureté : pas un nuage, pas une brume, d'un bleu profond. Soleil ardent.

La première période de l'éclipse n'offre rien de particulièrement remarquable. Ce n'est guère

qu'à partir du moment où plus de la moitié du disque solaire est recouvert par le disque lunaire, que le phénomène frappe par sa grandeur. Vers cette phase, j'appelai l'attention des personnes stationnant dans la cour sur la visibilité prochaine des étoiles, et, montrant la place de Vénus dans le ciel, je demandai si quelques vues perçantes pouvaient l'apercevoir. Huit chercheurs l'aperçurent immédiatement. Remarquons que la belle planète était alors à une époque d'éclat maximum et que, pour les observateurs doués d'une bonne vue, qui savent où elle est au ciel, elle est constamment visible à l'œil nu.

Lorsque les trois quarts environ du Soleil furent éclipsés, les pigeons rentrés dans la ferme se blottirent dans un coin et n'en bougèrent plus. On m'a rapporté, le soir de l'éclipse, qu'il en a été de même, un peu plus tard, pour les poules, qui revinrent au poulailler comme à l'approche de la nuit, et que les petits enfants (que j'ai remarqués très nombreux à Elche, où assurément la population ne diminue pas) cessèrent leurs jeux et retournèrent aux jupes de leurs mères. Les oiseaux se dirigèrent précipitamment vers leurs nids. Les fourmis, dans un jardin, montrèrent une agitation extrême, désorientées sans doute dans leur marche. Les chauves-souris sortirent.

Quelques jours avant l'éclipse, j'avais préparé les habitants de cette zone de l'Espagne à l'obser-

vation du phénomène par la description suivante résumant les descriptions antérieures des astronomes :

Le spectacle d'une éclipse totale de soleil est l'un des plus magnifiques et des plus imposants qui se puissent voir. Au moment précis annoncé par le calcul, la Lune arrive devant le Soleil, l'échancre graduellement et vient se poser entièrement devant lui. La lumière du jour diminue et se transforme. Un sentiment d'oppression s'empare de la nature entière, les oiseaux se taisent, le chien se réfugie dans les jambes de son maître, les poussins se cachent sous l'aile de leur mère, le vent retient son souffle, la température s'abaisse, un silence effrayant se répand dans les airs, comme si l'univers était sous le coup d'une catastrophe imminente. Le visage de l'homme prend une teinte cadavérique analogue à celle que donne, pendant la nuit, la flamme de l'esprit-de-vin saturé de sel, clarté livide et funèbre, nocturne illumination de la dernière heure du monde.

Au moment où la dernière ligne du croissant solaire disparaît, on voit, au lieu du Soleil, un disque noir environné d'une gloire lumineuse splendide, lançant des jets immenses dans l'espace, à la base desquels brûlent des flammes roses.

Une nuit subite est arrivée, nuit étrange et blafarde permettant aux plus brillantes étoiles de se montrer au ciel. Le spectacle est splendide, grandiose, solennel et sublime.

Cette impression est bien celle que nous avons tous ressentie, comme on peut le voir par les notes suivantes que j'ai écrites sur mon carnet d'observations, séance tenante, ou immédiatement après :

3 h. 50 m. La lumière est très affaiblie, le ciel est d'un gris plombé, les montagnes se détachent avec une netteté surprenante sur le fond de l'horizon et semblent s'approcher.

3 h. 55 m. L'abaissement de la température est très sensible. Un vent froid parcourt l'atmosphère.

3 h. 56 m. Un silence profond se fait dans la nature, qui semble s'associer tout entière au céleste phénomène. Tous les groupes sont muets.

3 h. 57 m. La lumière diminue considérablement et devient blafarde, étrange, sinistre. Le paysage est d'un gris de plomb, la mer paraît noire. Cette diminution de lumière ne ressemble pas à celle de chaque jour après le coucher du soleil. Il y a comme une teinte de tristesse répandue sur toute la nature. On s'y accoutume, mais, tout en sachant bien que l'occultation du Soleil par la Lune est un fait naturel, on ne peut se défendre d'une certaine impression d'angoisse. L'approche d'un spectacle extraordinaire est imminente.

A ce moment, nous examinons les effets de la lumière solaire sur les sept couleurs du spectre. Pour déterminer autant que possible la tonalité de la lumière de l'éclipse, j'avais préparé sept grands cartons peints chacun des franches couleurs du spectre :

Violet, *indigo*, *bleu*, *vert*, *jaune*, *orangé*, *rouge ;*

et une même série en étoffes de soie. Nous vîmes disparaître successivement et entièrement les quatre premières, qui, en quelques secondes, devinrent noires dans l'ordre suivant : violet, indigo, bleu, vert.

Les trois autres couleurs s'atténuèrent considérablement avec l'obscurité, mais restèrent visibles.

Remarquons que dans l'état normal des choses, c'est-à-dire tous les soirs, c'est le contraire qui arrive : le violet reste visible après le rouge.

Cette expérience prouve que la dernière lumière émise par le Soleil éclipsé appartient aux rayons les moins réfrangibles, aux longueurs d'onde les plus longues, aux vibrations les plus lentes, aux rayons jaunes et rouges. Telle est donc la coloration dominante de l'atmosphère solaire.

Aussitôt cette constatation faite, nous nous retournons du côté du Soleil. Spectacle magique et splendide! La totalité est commencée, l'astre du jour a disparu, le disque noir de la Lune le recouvre entièrement, laissant déborder tout autour une admirable couronne de lumière éclatante. On croirait assister à une éclipse annulaire, avec la différence que celle-ci peut être observée à l'œil nu, sans fatigue pour la rétine, et dessinée tranquillement.

Cette atmosphère coronale lumineuse entoure entièrement le disque solaire, sous une épaisseur assez régulière, égale au tiers environ du demi-diamètre solaire. On peut la considérer comme l'atmosphère de l'astre.

Au delà de cette couronne s'étend une auréole, une gloire plus vaste, mais moins lumineuse, qui lance au loin de longues aigrettes, principalement dans la direction de la zone équatoriale du Soleil et de la zone d'activité des taches et des protubérances.

Au sommet du disque, elle offre la forme conique. Au-dessous elle est double, et sa partie droite vient finir en pointe, non loin de Mercure, qui brille comme une éclatante étoile de première grandeur, et qui semble placé là tout exprès pour nous permettre de fixer l'étendue et la direction de l'auréole solaire.

Ce qui me frappe le plus, c'est la distinction de lumière de l'atmosphère coronale avec cette auréole : la première paraît d'un blanc d'argent éclatant, la seconde est plus grise et certainement moins dense.

Fig. 79. — L'éclipse totale de soleil du 28 mai 1900 observée à Elche (Espagne).

Mon impression est qu'il y a là *deux entourages solaires de nature absolument différente*, le premier appartenant au globe du Soleil et constituant son atmosphère proprement dite, très lumineuse : le second, formé de particules qui circulent indépendamment autour de lui, provenant probablement d'éruptions, et dont la forme d'ensemble peut être due à des forces électriques ou magnétiques, contre-balancées par des résistances de diverses natures. Dans notre propre atmosphère, les produits des éruptions volcaniques sont distincts de l'enveloppe aérienne.

La configuration générale de cette gloire extérieure, s'étendant surtout dans la zone équatoriale, ressemble assez à celle de l'éclipse de 1889, publiée dans mon *Astronomie populaire*, qui a correspondu également à un minimum de l'énergie solaire. L'année 1900 était, en effet, voisine du minimum de la période de onze années.

Il n'y a plus de doute à avoir sur ce fait que l'entourage solaire varie avec l'activité de l'astre.

Mais l'éclipse totale de l'astre du jour a duré beaucoup moins longtemps que celui que je viens d'employer à écrire ces lignes. Les 79 secondes de la totalité sont finies. Un éclair éblouissant jaillit du Soleil, montrant que la Lune, continant son cours, l'a démasqué. Ce spectacle splendide est évanoui. Il a passé comme une ombre...

Déjà fini ! C'est presque une désillusion. Rien de beau ne dure en ce monde. Quels regrets ! Si seulement ce tableau céleste avait duré deux, trois ou quatre minutes ! C'est trop court...

Hélas ! nous sommes bien forcés de prendre les choses comme elles sont.

L'étonnement, l'oppression, la terreur de quelques-uns, le silence universel ont cessé. Le Soleil reparaît dans sa splendeur, et la vie de la nature reprend son cours un instant suspendu.

La lumière reçue pendant la totalité était due : 1° à celle de l'entourage lumineux du Soleil ; 2° à celle de l'atmosphère terrestre, éclairée à 40 kilomètres de part et d'autre de la ligne de centralité. Elle a paru inférieure à celle de la Pleine Lune, à cause de la transition presque subite. Mais, en réalité, elle était plus intense, car les astres de première grandeur seuls se sont montrés au ciel, tandis que dans une nuit de Pleine Lune, les étoiles de deuxième et même de troisième grandeur sont visibles. Nous avons reconnu, entre autres : Vénus, Mercure, Sirius, Procyon, Capella, Rigel, Betelgeuse.

On le voit par ces notes prises sur nature, la contemplation d'une éclipse totale de soleil est

Fig. 80. — Photographie faite par le roi Alphonse XIII de l'éclipse vue à Madrid.

l'un des plus merveilleux spectacles qui se puissent admirer sur notre planète.

Les effets produits par l'éclipse sur les animaux sont

fort curieux à observer. Les oiseaux sont rentrés précipitamment dans leurs nids, des hirondelles ne le retrouvèrent plus, les moutons se sont réunis en masses compactes, des perdrix ont été comme hypnotisées, les grenouilles coassèrent comme le soir, les poules sont rentrées au poulailler et les coqs, ensuite, ont chanté ; des chauves-souris sont sorties et ont été surprises par le soleil, les petits poulets se réfugièrent sous les ailes de leur mère, les oiseaux en cage suspendirent leurs chants, des chiens hurlèrent, d'autres se collèrent tremblants contre les jambes de leurs maîtres, des fourmis retournèrent à leur fourmilière, des grillons ont chanté comme à l'entrée de la nuit, des pigeons sont tombés à terre, un essaim d'abeilles est rentré en silence dans la ruche, etc.

Ces êtres se sont comportés comme si la nuit arrivait, mais il y a eu là aussi des signes de crainte, d'étonnement, parfois de terreur, qui ne diffèrent « que par degré » de ceux que manifestent devant le grandiose phénomène d'une éclipse totale, les êtres humains non éclairés par une éducation scientifique.

A Madrid, l'éclipse n'avait été que partielle. Le jeune roi d'Espagne, Alphonse XIII, avait pris soin de la photographier, et j'offre à mes lectrices cette photographie (*fig.* 80) que l'aimable et érudit souverain m'a fait l'honneur de me remettre lui-même quelques jours après l'éclipse.

L'Espagne a été également favorisée, le 30 août 1905, d'une éclipse totale de soleil, que je suis allé observer, cette fois-ci à Almazan, non loin de Saragosse.

Ces deux éclipses ont eu une durée relative-

ment longue : 79 secondes pour la première, 3 minutes et demie pour la seconde. Celle du 17 avril 1912, qui a passé dans le voisinage de Paris, n'a eu aucune durée, a glissé comme un éclair, le diamètre de la Lune ayant été, à ce moment-là, précisément égal à celui du Soleil. Ce n'a été ni une éclipse totale, ni une éclipse annulaire, mais une éclipse « perlée », car les montagnes de la Lune ont formé un véritable rang de perles le long du bord du Soleil.

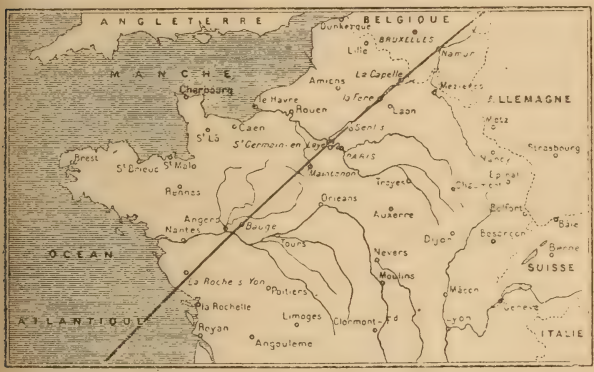


Fig. 81. — Marche à travers la France de l'éclipse de soleil du 17 Avril 1912.

Les éclipses de lune sont moins importantes, moins intéressantes, que les éclipses de soleil. Leur spectacle ne doit pas cependant être négligé pour cela, et l'on peut dire qu'il varie pour chaque éclipse.

En général, notre satellite ne disparaît pas entièrement dans le cône d'ombre de la Terre : les rayons solaires sont réfractés tout autour de notre globe par notre atmosphère et vont en se courbant intérieurement illuminer le globe lunaire d'une coloration rosée rappelant celle des couchers de soleil. Parfois, cependant, cette réfraction ne se produit pas, sans doute à cause du manque de transparence de l'atmosphère, et la Lune reste invisible. C'est ce qui est arrivé, entre autres, le 11 avril 1903.

Pour un lieu quelconque, les éclipses de lune sont incomparablement plus fréquentes que les éclipses de soleil, parce que le cône d'ombre lunaire qui produit des éclipses de soleil n'est pas très large à son contact avec la surface du globe (10, 20, 30, 50, 100 kilomètres, selon la distance de la Lune), tandis que toutes les contrées de la Terre qui ont la Lune au-dessus de l'horizon, à l'heure d'une éclipse lunaire, voient cette éclipse. C'est toujours un spectacle fort remarquable, qui nous élève un instant vers le ciel, et que les femmes intelligentes et instruites peuvent ne pas dédaigner.

ONZIÈME LEÇON

LES MÉTHODES

Comment on détermine les distances célestes et comment on pèse les mondes.

Je ne ferai pas à mes lectrices l'injure de penser un seul instant que le titre de cette leçon les effarouche et qu'elles ne mettent pas elles-mêmes quelque « méthode » dans leur existence. J'ajouterai même que si elles ont été fort aimables de me croire sur parole lorsque je leur ai parlé des distances du Soleil, de la Lune, des étoiles, ou du poids des corps à la surface de Mars, elles ont gardé en elles-mêmes quelque curieux désir de savoir comment les astronomes résolvent ces problèmes. Il est donc aussi utile qu'agréable de compléter les affirmations qui précèdent par l'exposé sommaire des méthodes employées pour acquérir ces audacieuses certitudes.

Le Soleil semble frôler la Terre lorsqu'il dis-

paraît dans les brumes empourprées du crépuscule : un abîme immense nous en sépare. Les étoiles se touchent dans le ciel constellé; cependant, on ne peut sans frémir songer à leur inconcevable éloignement.

Notre voisine, la Lune, plane dans l'espace à deux pas d'ici; mais, sans le calcul, nous ne connaîtrions pas cette distance qui reste encore pour nous un désert infranchissable.

Les personnes de la meilleure éducation ont souvent quelques doutes, quelques difficultés à admettre que ces distances du Soleil et de la Lune soient mieux déterminées et plus précises que celles de certains points de notre minuscule planète. Aussi, sera-t-il particulièrement intéressant de nous rendre compte exactement des moyens employés pour y parvenir. Essayons.

Pour calculer de telles distances, on procède par « *triangulation* »... Oh! n'ayez pas peur. Ce procédé n'est autre que celui dont les arpenteurs se servent pour mesurer les distances terrestres. Rien de terrible. Si ce mot semble d'abord un peu rébarbatif, ce n'est là qu'une apparence.

Quand on ne connaît pas l'éloignement d'un objet, le seul moyen d'exprimer sa grandeur apparente consiste dans la mesure de l'angle qu'il sous-tend à nos yeux.

D'autre part, nul n'ignore que plus un objet est éloigné et plus il paraît petit. Or, cette dimi-

nution n'est pas soumise au caprice du hasard. Elle est géométrique et proportionnelle à la distance. Tout objet éloigné à cinquante-sept fois son diamètre présente un angle d'un degré, quelles que soient d'ailleurs ses dimensions réelles. Ainsi, une sphère d'un mètre de diamètre mesure juste un degré si on la voit à cinquante-sept mètres de distance. Une statue mesurant $1^m,80$ de hauteur sera vue sous un angle d'un degré, si elle est éloignée à cinquante-sept fois sa taille, c'est-à-dire à $102^m,60$. Il en sera de même d'une feuille de papier de un décimètre de côté, vue à $5^m,70$.

Un degré a pour longueur la 57e partie du rayon du cercle ou de la distance au centre.

Tout le monde sait aussi que la mesure d'un angle s'exprime en parties de la circonférence. Or, qu'est-ce qu'un angle d'un degré? C'est la 360e partie d'une circonférence quelconque. Sur une table de $3^m,60$ de circonférence, un centimètre présente un angle d'un degré, vu du centre de la table, c'est-à-dire de $1^m,10$. Tracez sur une feuille de papier un cercle de $0^m,360$ de circonférence : un angle d'un degré correspondra à un millimètre.

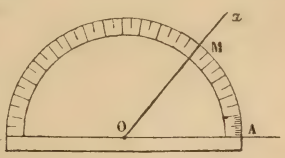


Fig. 82. — Mesure des angles.

Si le pourtour d'un cirque mesurant 180 mètres de circonférence est partagé en 360 places mesurant chacune $0^m,50$ de largeur, lorsque le cirque sera plein, une personne placée au centre verra chaque spectateur occuper un angle d'un degré.

L'angle ne change pas avec la distance, et qu'il soit mesuré à un mètre, dix mètres, cent kilomètres ou dans l'espace infini du ciel, c'est toujours le même angle. Qu'un degré soit représenté par un mètre ou un kilomètre, c'est toujours un degré.

Comme on a souvent à calculer des angles mesurant moins d'un degré, on a subdivisé cet angle en soixante parties auxquelles on a donné le nom de *minutes* et, chaque minute, en soixante parties appelées *secondes*. (En abrégé, le degré s'écrit par un petit zéro (°) placé en tête du chiffre; la minute par une apostrophe (') et la seconde par deux ("). Ces minutes et ces secondes d'*arc* n'ont aucun rapport avec les mêmes termes employés pour la division de la durée du temps. Ces derniers ne doivent jamais être écrits avec les signes d'abréviation que nous venons d'indiquer, quoique les journalistes en donnent chaque jour l'exemple un peu pédantesque en écrivant, par exemple, pour une course d'automobile, $4^h 18' 30''$ au lieu de $4^h 18^m 30^s$.

On a donc bien compris la différence qu'il y a entre la mesure relative d'un angle et les mesures absolues, comme le mètre, par exemple. Ainsi,

un degré pourrait être mesuré sur cette page, tandis qu'une seconde (la 3,600e partie d'un degré), mesurée dans le ciel, peut correspondre à des millions de kilomètres.

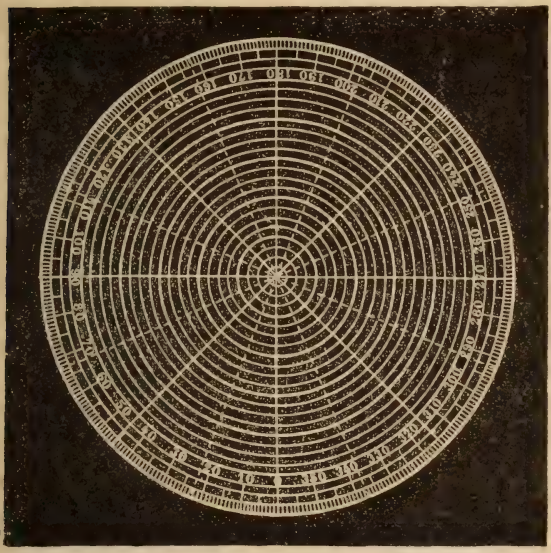


Fig. 83. — Division de la circonférence en 360 degrés.

Eh bien! la mesure du diamètre de la Lune nous donne un angle d'un peu plus d'un demi-degré. Si c'était juste un demi-degré, nous saurions par cela même qu'elle est éloignée de nous à cent quatorze fois la largeur de son disque.

Mais c'est un peu moins, puisqu'il s'agit de plus d'un demi-degré (31') et le rapport géométrique nous indique que la distance de notre satellite est de cent dix fois son diamètre.

Ainsi, nous venons bien simplement de prendre une première idée de la distance de la Lune par la mesure de son diamètre. Rien de plus simple que cette méthode. Le premier pas est fait. Continuons.

Cette approximation ne nous apprend encore rien de précis sur la distance réelle de l'astre des nuits. Pour connaître cette distance en kilomètres, il nous reste à savoir combien le disque lunaire mesure de kilomètres dans sa largeur.

Ce problème a été résolu, et voici comment.

Deux observateurs s'éloignent le plus possible l'un de l'autre, et observent la Lune en même temps, de deux stations situées sur un même méridien, mais ayant entre elles une grande différence de latitude. La distance qui sépare les deux points d'observation *A* et *B* forme la base d'un triangle dont les deux grands côtés vont se rejoindre sur la Lune *L*.

C'est par ce procédé que la distance de notre satellite a été définitivement établie, en 1751 et 1752, par deux astronomes français, Lalande et Lacaille, le premier observant à Berlin, le second au Cap de Bonne-Espérance. Le résultat de leurs observations combinées montra que l'angle formé

au centre du disque lunaire par le demi-diamètre de la Terre est de 57 minutes d'arc (un peu moins d'un degré). C'est ce qu'on appelle la parallaxe de la Lune.

Nous nous trouvons, encore ici, en présence d'un mot avec lequel mes lectrices ne seront peut-être pas tentées de sympathiser. Cependant,

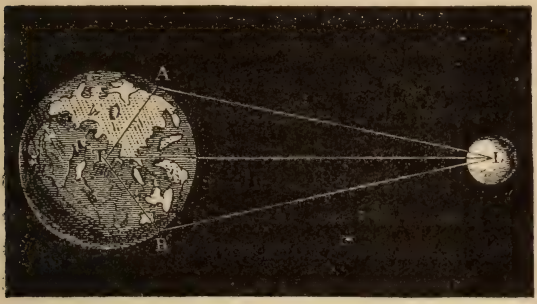


Fig. 84. — Mesure de la distance de la Lune.

il n'est pas non plus si terrible qu'il en a l'air, et nous ne pouvons nous dispenser de nous en servir en parlant de la distance des astres. D'ailleurs, ce terme astronomique deviendra bientôt familier dans la suite de cette leçon où nous le retrouverons souvent, et toujours intimement lié à la mesure des distances célestes. « Ne craignons pas, écrivait Lalande dans son *Astronomie des Dames*, ne craignons pas de nous servir

du terme de parallaxe, malgré son air scientifique ; l'usage en sera commode, et ce terme explique un effet qui est bien familier et bien simple.

« Si l'on est au spectacle, ajoute-t-il, derrière une femme dont le chapeau soit trop grand et empêche de voir la scène (déjà, il y a plus de cent ans !), on se détourne à droite ou à gauche, on s'élève ou l'on s'abaisse : tout cela est une parallaxe, une diversité d'aspect, en vertu de laquelle le chapeau paraît répondre à un autre endroit du théâtre que celui où sont les acteurs.

« C'est ainsi, ajoute-t-il, qu'il y a une éclipse de soleil en Afrique, tandis qu'il n'y en a point pour nous, et que nous voyons parfaitement le Soleil, parce que nous sommes assez haut pour que la Lune ne puisse pas nous le cacher. »

Vous voyez comme c'est simple. Or, cette parallaxe de 57 minutes prouve que la Terre est éloignée de la Lune à la distance de 60 fois environ son demi-diamètre (exactement 60,27). De là à connaître la distance kilométrique de la Lune, il n'y a qu'un pas à faire, puisqu'il suffit de multiplier par ce nombre le demi-diamètre de la Terre, lequel est de 6,371 kilomètres. La distance de notre satellite est donc de 6,371 kilomètres multipliés par 60,27, c'est-à-dire de 384,000 kilomètres.

La parallaxe de la Lune nous indique non seulement d'une façon certaine la distance de notre satellite, mais encore, elle nous permet de calculer son volume réel par la mesure de son volume apparent. En effet, puisque le diamètre de la Lune vu de la Terre sous-tend un angle de 31' tandis que celui de la Terre vu de la Lune est de 114', on trouve que le diamètre réel de l'astre nocturne est à celui du globe terrestre dans le rapport de 273 à 1,000. C'est un peu plus du quart, soit 3,480 kilomètres, le diamètre de notre planète étant de 12,742 kilomètres.

Cette distance, ainsi calculée par la géométrie est, on peut l'affirmer, déterminée avec une précision plus grande que celles dont on se contente dans la mesure ordinaire des distances terrestres, telles que la longueur d'une route ou d'un chemin de fer. Quoique cette affirmation puisse paraître romanesque aux yeux d'un grand nombre, il n'est pas contestable que la distance qui sépare la Terre de la Lune est mesurée avec plus de soins, par exemple, que la longueur de la route de Paris à Marseille ou qu'un kilo de sucre dans une épicerie. (Nous pourrions même ajouter, sans commentaires, que les astronomes mettent incomparablement plus de conscience dans leurs mesures que les commerçants les plus scrupuleux.)

Nous nous serions transportés sur la Lune pour

déterminer directement sa distance et son diamètre que nous ne serions jamais parvenus à une plus grande précision, et nous aurions eu, en outre, la difficulté de combiner un voyage impossible qui, à lui seul, est le plus insoluble de tous les problèmes.

La Lune est à la frontière de notre petite province terrestre ; on peut dire qu'elle trace dans l'espace la limite de notre domaine. Cependant, une distance de 384,000 kilomètres sépare la planète du satellite. Cet espace est insignifiant dans l'incommensurable étendue du ciel : pour les Saturniens (s'ils existent), la Terre et la Lune sont confondues en un seul petit astre. Mais pour les habitants de notre globe, cette distance est au-dessus de toutes celles auxquelles nous sommes accoutumés. Essayons, néanmoins, de la franchir par la pensée.

Un boulet de canon d'une vitesse constante de 500 mètres par seconde, voyagerait pendant 8 jours 5 heures pour atteindre la Lune. Un train lancé à la vitesse d'un kilomètre par minute, y arriverait au bout d'une course ininterrompue de 384,000 minutes, ou 6,400 heures, ou 266 jours 16 heures. Mais en moins de temps qu'il n'en faut pour écrire le nom de la reine de nos nuits, un message télégraphique porterait de nos nouvelles à la Lune en une seconde un quart !

Les voyageurs au long cours qui ont fait une

dizaine de fois le tour du monde ont parcouru une distance supérieure à celle-là.

Les autres astres (à commencer par le Soleil) sont incomparablement plus éloignés de nous. Pourtant, on est parvenu à déterminer leurs distances, et c'est la même méthode qui a été employée.

Mais on conçoit facilement qu'il existe une certaine différence dans la mesure de la distance du Soleil, 388 fois plus éloigné de nous que la Lune, car d'ici à l'astre du jour, il y a 12,000 fois la largeur de notre planète. Il ne faut donc pas songer à construire un triangle ayant pour base le diamètre de la Terre : les deux lignes idéales menées des deux extrémités de ce diamètre se toucheraient pour ainsi dire de la Terre au Soleil, il n'y aurait pas de triangle, et toute mesure serait impossible.

*
* *

Pour mesurer la distance qui sépare la Terre du Soleil, on a eu recours à la complaisance de la belle planète Vénus dont l'orbite est située à l'intérieur de l'orbite terrestre. La combinaison du mouvement de la Terre et de celui de l'Étoile du Soir et du Matin fait que la capricieuse Vénus passe devant le Soleil aux intervalles singuliers

de 8 ans, 113 ans 1/2 moins 8 ans, 8 ans 113 ans 1/2 plus 8 ans.

Ainsi, il y a eu un passage en juin 1761, puis un autre 8 ans après, en juin 1769. Le suivant a eu lieu 113 ans 1/2 moins 8 ans ou 105 ans 1/2 après le précédent, soit en décembre 1874, et le suivant en décembre 1882. Les prochains auront lieu en juin 2004 et juin 2012. Eh bien, à ces époques attendues avec impatience, les astronomes observent le passage de Vénus devant le Soleil, en deux stations de la Terre (*A* et *B*) aussi

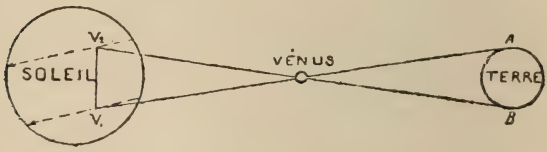


Fig. 85. — Mesure de la distance du Soleil.

éloignées que possible l'une de l'autre, et marquent les deux points (V^1 et V^2) où la planète, vue de chacune de leurs stations, paraît se projeter au même moment sur le disque solaire. Cette mesure donne l'écartement d'un angle formé par deux lignes qui, partant de deux points différents de la Terre, se croisent sur Vénus et vont aboutir au Soleil. Vénus se trouve être ainsi le sommet de deux angles égaux, et la base de chacun d'eux repose l'une sur la Terre, l'autre sur le soleil. La

mesure de cet angle donne ce que l'on nomme la parallaxe du Soleil, c'est-à-dire la dimension sous laquelle on verrait la Terre à la distance du Soleil. La loi de Kepler exposée plus loin établit que la distance AB est les $\frac{37}{100}$ de la ligne V_1 V_2.

Ainsi, on a trouvé que le demi-diamètre de la Terre vu du Soleil mesure 8"31. Or, nous savons qu'un objet présentant un angle d'un degré est éloigné à 57 fois sa longueur.

Le même objet, s'il sous-tend un angle d'une minute ou la 60e partie d'un degré, indique par la mesure de son angle qu'il est 60 fois plus éloigné, soit à 3,438 fois.

Enfin, un objet qui mesure une seconde, ou la 60e partie d'une minute, est éloigné à 206,265 fois sa longueur.

Nous trouvons par cela même que la Terre est éloignée du Soleil à $\frac{206,265}{8,821}$, soit à 23,386 fois son demi-diamètre, c'est-à-dire à 149 millions de kilomètres. Cette mesure est aussi précise, aussi certaine que celle de la distance de la Lune.

J'espère que mes lectrices ont aisément compris cette méthode fort simple des triangulations, qui nous ont fait connaître avec une certitude absolue la distance des deux grands flambeaux célestes auxquels nous devons la radieuse lumière du jour et la douce illumination de nos nuits.

D'ailleurs, la distance du Soleil a été confirmée

par d'autres moyens dont les résultats concordent parfaitement avec le précédent. Les deux principaux sont basés sur la vitesse de la lumière. La propagation de la lumière n'est pas instantanée, et malgré l'extrême rapidité de son mouvement, il lui faut un certain temps pour se transmettre d'un point à un autre. On a mesuré, sur la Terre même, que cette vitesse est de 300,000 kilomètres par seconde. Pour venir de Jupiter à la Terre, elle emploie de 30 à 40 minutes, selon la distance de la planète. Or, en examinant les éclipses des satellites de Jupiter, on a constaté qu'il y a 16 minutes 34 secondes de différence entre le moment où elles arrivent lorsque Jupiter se trouve d'un côté ou de l'autre du Soleil relativement à la Terre, au minimum et au maximum de distance. Si la lumière emploie 16 minutes 34 secondes pour traverser l'orbite terrestre, il lui faut moitié moins de temps ou 8 minutes 17 secondes pour nous venir du Soleil situé au centre. Connaissant la vitesse de la lumière, on trouve facilement la distance du Soleil en multipliant 300,000 par 8 minutes 17 secondes ou 497 secondes, ce qui donne 149 millions de kilomètres environ.

Une autre méthode, basée également sur la vitesse de la lumière, fournit un résultat confirmatif. Un exemple familier nous le fera comprendre : supposons-nous placés sous une pluie verticale ;

le degré d'inclinaison de notre parapluie dépendra du rapport de notre marche avec celle des gouttes de pluie. Plus nous courrons vite, plus nous devrons incliner notre parapluie pour ne pas recevoir les gouttes d'eau. Eh bien, le même fait se produit pour la lumière. Disséminées dans l'espace, les étoiles versent dans les cieux des flots de lumière. Si la Terre était immobile, les rayons lumineux nous arriveraient directement. Mais notre planète court, vole avec une grande vitesse, et dans nos observations astronomiques, nous sommes obligés de suivre son mouvement et d'incliner nos télescopes dans la direction de sa marche. Ce phénomène, connu sous le nom d'*aberration* de la lumière, est le résultat des effets combinés de la vitesse de la lumière et du mouvement de la Terre. Il montre que la vitesse de notre globe égale 1/10,000 de celle de la lumière, c'est-à-dire qu'elle est en nombre rond de 30 kilomètres par seconde. Notre planète accomplit donc sa révolution autour du Soleil le long d'une orbite qu'elle parcourt en raison de 30 kilomètres par seconde, ou 1,786 kilomètres par minute, ou 107,000 kilomètres à l'heure, ou 2,572,000 kilomètres en un jour, ou 939 millions de kilomètres en un an. Telle est la longueur de la route elliptique décrite par la Terre dans sa translation annuelle.

La longueur de l'orbite étant ainsi trouvée, on

peut calculer son diamètre, dont la moitié est précisément la distance du Soleil.

Nous pouvons encore citer une dernière méthode dont les éléments, basés sur l'attraction, sont fournis par les mouvements de notre satellite. La Lune est un peu troublée dans la régularité de son cours autour de la Terre par l'influence du puissant Soleil. Comme l'attraction varie en raison inverse du carré des distances, on peut trouver la distance en analysant l'action qu'il exerce sur la Lune.

D'autres procédés, sur lesquels nous n'insisterons pas ici, dans ce résumé des méthodes employées pour ces déterminations, confirment avec certitude la précision de ces mesures. Nos lectrices voudront bien nous excuser si nous nous sommes un peu attardés sur le calcul de la distance de l'astre du jour, mais cette mesure a une très grande importance, car elle sert de base à l'évaluation des distances stellaires, et on peut la considérer comme le mètre de l'univers.

Ce radieux Soleil, auquel nous devons tant de reconnaissance, trône donc dans l'espace à cent quarante-neuf millions de kilomètres d'ici. Il faut qu'il soit bien puissant, ce vaste brasier pour que son influence s'exerce sur nous d'une façon aussi manifeste, au point d'être la condition de notre vie, et qu'elle s'étende encore

jusqu'à Neptune, trente fois plus éloigné que nous du foyer solaire.

C'est précisément à cause de son grand éloignement que le Soleil ne nous paraît pas plus large que la Lune qui n'est qu'à 384,000 kilomètres d'ici, et qui est elle-même illuminée par l'éclat de cet astre magnifique.

Aucune longueur sur la Terre ne nous permet d'imaginer cette distance. Cependant, en associant l'idée de l'espace à l'idée du temps, comme nous l'avons déjà fait pour la Lune, nous pouvons essayer de nous représenter cet abîme. Le train dont nous parlions tout à l'heure, lancé à la vitesse d'un kilomètre par minute, arriverait sur le Soleil après une course ininterrompue de 283 ans, et autant pour revenir sur la Terre, soit un total de 566 années. Quatorze générations de chauffeurs se succéderaient pendant cette excursion céleste, avant que ces hardis voyageurs puissent *nous* rapporter des nouvelles de leur exploration.

Le son se transmet dans l'air avec une vitesse de 340 mètres par seconde. Si notre atmosphère s'étendait jusqu'au Soleil, le bruit d'une explosion solaire assez formidable pour être entendue d'ici, ne nous parviendrait qu'au bout de 13 ans 9 mois. Mais il est des courriers plus rapides, comme le télégraphe qui, en 8 minutes 17 secondes ne ferait qu'un bond jusqu'à l'astre du jour.

Notre imagination reste confondue devant ce gouffre de 149 millions de kilomètres au fond duquel nous entrevoyons notre Soleil éblouissant dont les rayons ardents sillonnent l'espace de leur vol rapide pour arriver jusqu'à nous.

Voyons, maintenant, comment on est parvenu à déterminer les distances des planètes.

Nous laissons de côté les méthodes employées précédemment ; celle dont nous allons parler est toute différente, mais ses résultats sont tout aussi remarquables de précision.

On comprend facilement que la révolution d'une planète autour du Soleil soit d'autant plus longue que la distance est plus grande et l'orbite à parcourir plus vaste. Cela est tout simple. Mais le fait le plus curieux est qu'il existe une proportion géométrique dans le rapport qui relie les durées des révolutions des planètes à leurs distances. Cette proportion a été trouvée par Képler, après trente ans de recherches, et définie dans la formule suivante :

« Les carrés des temps des révolutions des planètes autour du Soleil sont entre eux comme les cubes des distances. »

Voici de quoi épouvanter les plus braves, et

je comprends un peu que mes lectrices s'effarouchent de cet enchevêtrement de mots assez inusités dans leurs conversations mondaines. Et cependant, si nous décomposons cette phrase incompréhensible au premier abord, nous sommes frappés de sa simplicité.

Qu'est-ce qu'un carré ? Tout le monde le sait ; c'est ce qu'on apprend aux petites filles entre dix et onze ans. Au cas où mes lectrices l'auraient oublié, souvenons-nous un instant. Un carré, c'est tout bonnement un nombre multiplié par lui-même.

Ainsi, 2 fois 2 font 4 : 4 est le carré de 2.

4 fois 4 font 16 : 16 est le carré de 4.

Et l'on pourrait continuer ainsi indéfiniment.

Maintenant qu'est-ce qu'un cube ? Ce n'est guère plus compliqué. C'est un nombre multiplié deux fois par lui-même.

Par exemple : 2 multiplié par 2 et encore par 2 égale 8. Donc 8 est le cube de 2.

$3 \times 3 \times 3 = 27$. Vingt-sept est le cube de 3. Et ainsi de suite.

Dans les combinaisons de leurs toilettes, les dames font continuellement des efforts d'imagination beaucoup plus considérables qu'il n'en faut pour comprendre la définition d'un carré ou d'un cube. Je ne les en blâme pas.

Eh bien ! prenons un exemple qui nous prouvera la simplicité et la précision de la formule

énoncée plus haut : choisissons une planète Laquelle? N'importe. Si vous le voulez bien, Jupiter, le géant des mondes. C'est le grand seigneur de notre groupe planétaire. Cet astre colossal est cinq fois (exactement 5,2) plus éloigné que nous du Soleil. Multiplions ce nombre deux fois par lui-même : $5,2 \times 5,2 \times 5,2 = 140$. D'autre part, la révolution de Jupiter est de près de douze ans (11,85). Or, ce nombre multiplié par lui-même égale aussi 140. Le carré du nombre 11,85 est égal au cube du nombre 5,2. Cette loi si simple régit tous les corps célestes

Ainsi, pour trouver la distance d'une planète, il suffit d'observer la durée de sa révolution, puis de chercher le carré du nombre trouvé, en le multipliant par lui-même. Le résultat de cette petite opération donne en même temps le cube du nombre qui représente la distance.

Pour exprimer cette distance en kilomètres, il suffit de la multiplier par 149 millions, base du système du monde.

Rien n'est moins compliqué, comme on le voit, que la définition de ces méthodes. Quelques minutes d'attention nous ont révélé, dans leur majestueuse simplicité, les lois immuables qui président à l'immense harmonie des cieux.

*
* *

Mais ne nous enfermons pas dans notre province solaire. Il nous reste à parler des étoiles qui trônent dans l'espace infini, bien au delà de notre radieux Soleil.

Si étrange, si audacieux que cela puisse paraître, l'esprit humain a pu franchir ces hauteurs, s'élever sur les ailes du génie jusqu'à ces lointains soleils, et évaluer la profondeur de l'abîme qui nous sépare de ces royaumes célestes.

Ici, nous revenons à notre première méthode, à celle des triangulations, et la distance qui nous sépare du Soleil va désormais nous servir à calculer les distances des étoiles.

La Terre, en tournant autour du Soleil, à la distance de 149 millions de kilomètres, décrit une circonférence — ou plutôt une ellipse — de 946 millions de kilomètres, qu'elle parcourt en une année. La distance d'un point quelconque de l'orbite terrestre au point diamétralement opposé où elle passe à six mois d'intervalle est de 298 millions de kilomètres, soit le diamètre de cette orbite. Cette distance immense en comparaison de celles auxquelles nous sommes habitués, peut servir de base à un triangle dont le sommet serait une étoile.

La difficulté pour mesurer très exactement

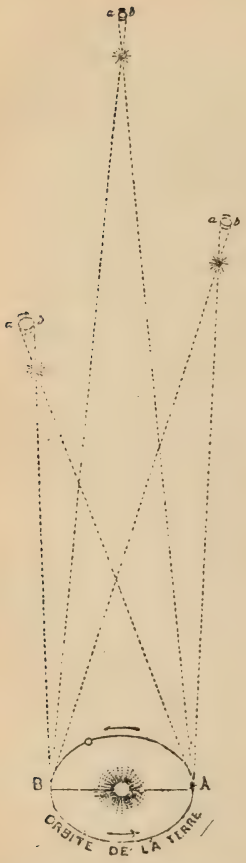


Fig. 86. — Petites ellipses apparentes décrites par les étoiles comme perspective du mouvement annuel de la Terre.

l'éloignement d'une étoile consiste donc à observer patiemment et minutieusement le petit point lumineux pendant une année entière, et à voir si cette étoile est immobile, ou si elle décrit une petite ellipse reproduisant en perspective la translation annuelle de la Terre. Si elle reste fixe, c'est qu'elle se trouve perdue dans les profondeurs des cieux à une distance qu'il est inutile de sonder, et nos 298 millions de kilomètres ne signifient plus rien devant un tel abîme. Si, au contraire, elle se déplace, on remarque qu'elle décrit en un an une petite ellipse *ab* qui n'est que le reflet, la perspective en miniature de la révolution de notre planète autour du Soleil.

On nomme parallaxe annuelle d'une étoile,

l'angle sous lequel on verrait de cette étoile le rayon ou demi-diamètre de l'orbite terrestre. Ce rayon de 149 millions de kilomètres est bien comme nous le disions précédemment, l'unité, le mètre des mesures célestes. Cet angle est naturellement d'autant plus petit que l'étoile est plus éloignée, et l'oscillation de l'étoile est diminuée proportionnellement à l'éloignement. Mais les étoiles sont toutes si éloignées que leur déplacement annuel dû à cette perspective est presque insensible et qu'il faut des instruments très précis pour le reconnaître.

Actuellement, c'est surtout par la photographie que sont effectuées ces délicates mesures des distances stellaires et par l'application de méthodes toutes nouvelles.

Ainsi, les recherches des astronomes ont prouvé qu'il n'est pas une étoile dont la parallaxe égale une seconde. Mes lectrices se rendront compte de la petitesse de cet angle et des difficultés extraordinaires que l'on éprouve à mesurer la distance des étoiles en sachant que la valeur d'une seconde est si faible que le déplacement de l'étoile qui l'effectuerait pourrait être masqué par un fil d'araignée.

Une seconde d'arc, c'est la grandeur d'un objet éloigné à 206,265 fois son diamètre ; c'est un millimètre vu à 206 mètres ; c'est l'épaisseur d'un cheveu d'un dixième de millimètre, éloigné à 20 mètres et par conséquent invisible à l'œil

nu. Mais, nous le répétons, cette valeur est encore au-dessus de celles qu'on a obtenues. En effet, le déplacement apparent de l'étoile la plus rapprochée est évalué à 75 centièmes de seconde (0" 75), c'est-à-dire que de cette étoile, *Alpha du Centaure*, le demi-diamètre de l'orbite terrestre est réduit à cette dimension infime. Or, pour que la longueur d'une ligne droite quelconque vue de face se réduise à n'apparaître plus que sous un angle de 0" 75, il faut qu'elle soit éloignée à 275,000 fois sa longueur. Le rayon de l'orbite terrestre étant de 149 millions de kilomètres, la distance qui sépare Alpha du Centaure de notre monde est donc de 41 trillions de kilomètres.

Et c'est là l'étoile la plus rapprochée. Nous avons vu, dans notre deuxième leçon, qu'elle brille dans l'hémisphère austral. Celle qui vient après et que l'on peut voir à l'œil nu de nos latitudes, est précisément la plus brillante de notre ciel, l'éclatant Sirius, qui plane dans les cieux à 83 trillions de kilomètres d'ici. Toutes les autres sont beaucoup plus éloignées, jusqu'à l'infini.

Nous ne pouvons nous représenter directement de pareilles distances, et pour arriver à les concevoir, il nous faut encore mesurer l'espace par le temps.

Eh bien! pour franchir la distance qui nous sépare de notre voisine, Alpha du Centaure, le plus rapide des courriers, la lumière, emploie

4 ans et 128 jours. Si l'esprit veut et peut le suivre, il ne faut pas qu'il saute en un clin d'œil du départ à l'arrivée, autrement, il ne se formerait pas davantage la moindre idée de la distance : il faut qu'il se donne la peine de se représenter la marche directe du rayon lumineux, qu'il s'associe à cette marche, qu'il se figure traverser 300,000 kilomètres pendant la première seconde de chemin à dater du départ, puis 300,000 autres kilomètres pendant la deuxième seconde, ce qui fait 600,000 ; puis de nouveau 300,000 kilomètres pendant la troisième, et ainsi de suite, sans s'arrêter pendant 4 ans et 4 mois. S'il se donne cette peine, il pourra comprendre la valeur du chiffre ; autrement, comme ce nombre dépasse tout ce que l'esprit a coutume d'employer, il ne sera pour lui d'aucune signification et restera incompris.

Qu'une effroyable explosion éclate dans cette étoile, et que le son, dans son vol de 340 mètres par seconde puisse traverser le vide qui nous en sépare, le bruit de cette explosion ne nous arriverait que dans trois millions d'années...

Un aéroplane ou une automobile lancés à la vitesse de 100 kilomètres à l'heure devraient courir pendant 46 millions d'années, pour atteindre cette étoile, notre voisine.

On a pu déterminer la distance d'un petit nombre d'étoiles, mais certains résultats sont assez douteux.

L'éclatant Sirius trône à 83 mille milliards de kilomètres d'ici; la blanche Véga, à 237 mille milliards. Pour que ces magnifiques étoiles brillent à de pareilles distances avec leur éclat, il faut que chacune d'elles soit un soleil formidable. Il y en a qui sont plusieurs millions de fois plus grosses que la Terre. La plupart sont plus volumineuses que notre soleil. De tous côtés elles scintillent à des distances inaccessibles, et leur lumière erre longtemps dans l'espace avant de rencontrer la Terre. Le rayon lumineux que nous recevons aujourd'hui d'une pâle étoile à peine perceptible à nos yeux, tant son éloignement est grand, nous apporte peut-être le dernier soupir d'un soleil éteint depuis des milliers d'années.

*
* *

Si nos lectrices ont compris ces méthodes, elles s'intéresseront peut-être aussi à savoir de quelle façon on s'y prend pour peser les mondes. Le procédé est aussi simple, aussi clair que ceux dont nous venons de parler.

Peser les astres ! Une telle prétention semble une utopie, et l'on se demande avec curiosité quel genre de balances les astronomes ont adopté pour calculer combien pèsent le Soleil, la Lune, les planètes ou les étoiles.

Ici, les chiffres remplacent les poids. On dit

que les femmes n'aiment pas les chiffres ; cependant, il leur serait peut-être plus facile de peser le Soleil avec le bout de leur plume, en alignant quelques chiffres auxquels elles accorderaient un peu d'attention, que de peser directement une caisse de fruits de 12 kilogrammes ou une malle de fanfreluches de 35 kilos.

Voulez-vous vous amuser à peser le Soleil ? C'est une distraction comme une autre, et cela change des occupations habituelles.

Si la Lune n'était pas attirée par la Terre, elle glisserait dans le ciel en suivant indéfiniment une ligne droite, en s'échappant par la tangente. Mais en vertu de l'attraction qui régit les mouvements de tous les corps célestes, notre satellite, éloigné à 60 fois le demi-diamètre terrestre, tourne autour de nous en 27 jours 7 heures 43 minutes 11 secondes et demie, et s'écarte continuellement de la ligne droite pour se rapprocher de la Terre en décrivant dans l'espace une orbite presque circulaire. Or, si l'on trace à un moment quelconque un arc de l'orbite lunaire, et si l'on mène une tangente à cet arc, on constate que l'écart de la ligne droite, causé par l'attraction de notre planète, est de 1 millimètre un tiers par seconde.

Telle est la quantité dont la Lune tombe vers nous en une seconde, tout en parcourant 1,017 mètres sur son orbite.

D'autre part, un corps quelconque ne peut tomber que lorsqu'il est attiré, sollicité par un autre corps d'une masse plus puissante.

Les êtres, les animaux, les objets adhèrent au sol et pèsent sur la Terre parce qu'ils sont perpétuellement attirés vers elle par une force invincible.

La pesanteur et l'attraction universelle sont une seule et même force.

D'un autre côté, on peut constater en abandonnant à lui-même un objet à la surface de la Terre, qu'il parcourt $4^m,90$ pendant la première seconde de chute.

Nous savons aussi que l'attraction diminue en raison du carré de la distance, et que si l'on pouvait élever une pierre à la hauteur de la Lune, et l'abandonner là à l'attraction de notre planète, elle tomberait pendant la première seconde, de $4^m,90$ divisés par le carré de 60 ou 3,600, c'est-à-dire d'un millimètre un tiers, *exactement de la même quantité dont la Lune s'écarte de la ligne droite qu'elle devrait suivre si la Terre n'agissait pas sur elle.*

Eh bien ! le raisonnement que nous venons de faire pour la Lune, nous pouvons l'appliquer au Soleil.

La distance de l'astre du jour est de 23,386 fois le rayon de la Terre. Pour savoir de combien l'intensité de la pesanteur terrestre serait diminuée

à un pareil éloignement, nous cherchons d'abord le carré du nombre représentant la distance, c'est-à-dire 23,386 multiplié par lui-même, soit 546,905,000. En divisant $4^m,90$ représentant la force attractive de notre planète, par ce nombre, nous trouvons 9 millionièmes de millimètre, et nous voyons qu'à la distance du Soleil, l'attraction de la Terre est vraiment presque nulle.

Maintenant, faisons pour notre planète ce que nous avons fait pour son satellite. Traçons l'orbite annuelle du globe terrestre autour de l'astre central, et nous constaterons que la Terre tombe chaque seconde, de 2 millimètres 9 vers le Soleil.

Cette proportion nous montre la force attractive du Soleil par rapport à celle de la Terre, et nous prouve que le Soleil est 332,000 fois plus puissant que notre monde, d'après les calculs les plus récents, et si l'on va aux dernières fractions que j'ai négligées pour simplicité.

On est parvenu à peser un grand nombre d'astres par le même procédé.

C'est par le mouvement d'un satellite autour d'eux qu'on estime leur masse, et c'est par cette étude que l'on est en droit d'affirmer que Jupiter est 317 fois plus lourd que la Terre; Saturne, 95 fois; Neptune, 17 fois; Uranus, 14 fois; tandis que Mars est beaucoup moins pesant, son poids n'étant que le dixième du nôtre.

Les planètes qui n'ont pas de satellite ont été

pesées par les troubles qu'elles exercent sur les autres astres ou sur les imprudentes comètes qui parfois s'attardent dans leur voisinage. Mercure pèse beaucoup moins que la Terre (les 6 centièmes seulement), et Vénus les 8 dixièmes environ. Nous avons déjà vu que la « belle étoile » du soir et du matin n'est pas aussi légère que son nom pourrait le faire supposer, et qu'il n'y a pas grande différence entre son poids et le nôtre.

La Lune n'ayant pas d'astre secondaire soumis à son influence, on a calculé sa force en évaluant la quantité d'eau de mer qu'elle soulève à chaque marée, ou en observant les effets de son attraction sur le globe terrestre : quand la Lune est en avant de nous, au dernier quartier, elle nous fait marcher plus vite, tandis qu'au premier quartier, lorsqu'elle est en arrière, elle nous retarde. Tous les calculs s'accordent pour nous prouver que l'astre des nuits est 81 fois moins lourd que notre planète. Il y a presque autant de différence de poids entre la Terre et la Lune qu'entre une orange et un grain de raisin.

*
* *

Non contents de peser les planètes de notre système, les astronomes ont cherché le poids des étoiles. Comment ont-ils pu trouver la quantité

de matière composant ces soleils lointains, globes de feu incandescents, disséminés dans les profondeurs de l'espace ?

Ils ont eu recours à la même méthode, et c'est par l'étude de l'influence attractive d'un soleil sur un autre astre voisin qu'on a pu calculer le poids de quelques étoiles.

Naturellement, cette méthode ne peut être appliquée qu'aux étoiles doubles dont la distance est connue.

On a trouvé que certaines de ces petites étoiles tremblotantes que nous distinguons à peine au fond de l'azur du ciel, sont des soleils énormes, plus gros, plus lourds que le nôtre, et des millions de fois plus volumineux que la Terre.

Notre planète n'est qu'un grain de poussière flottant dans l'immensité des cieux ! Pourtant, cet atome de l'infini est le berceau d'une création immense sans cesse renaissante et perpétuellement transformée par les siècles amoncelés.

Et quelle diversité dans cette armée de mondes et de soleils dont la marche régulière et harmonieuse obéit à un ordre muet !

Mais, nous n'avons encore rien dit de la pesanteur à la surface des mondes, et je vois mes lectrices s'impatienter, car, après tant de démonstrations peu poétiques mais fort simples, elles se demandent sans doute quelle explication peut leur prouver qu'un kilogramme transporté sur

Jupiter ou sur Mars pèserait plus ou moins qu'ici.

Sans vouloir être trop exigent, je demande encore deux minutes d'attention pour sauver les astronomes d'un scepticisme trop cruel de la part de mes aimables lectrices.

Il ne faut pas s'imaginer que les objets à la surface d'un monde comme Jupiter, 317 fois plus lourd que nous, pèsent 317 fois plus. Ce serait une grosse erreur. En ce cas, nous pourrions supposer aussi qu'un kilogramme transporté sur le Soleil y pèserait 332,000 fois plus ou 332,000 kilogrammes. Cela serait juste, si ces astres avaient les mêmes dimensions que la Terre. Mais, pour ne parler, par exemple, que du radieux Soleil, nous savons qu'il est 109 fois plus large que notre petite planète.

Or, la pesanteur à la surface d'un globe céleste dépend non seulement de sa masse, mais aussi de son diamètre.

Pour connaître le poids d'un corps quelconque à la surface du Soleil, il faut nous dire ceci : Puisqu'un corps placé à la surface du Soleil est 109 fois plus éloigné du centre que sur un globe de la dimension de la Terre, et d'autre part puisque l'attraction diminue en raison du carré de la distance, l'intensité de la pesanteur y serait 109 multiplié par 109 ou 12,000 fois plus faible. Si vous divisez le nombre représentant la masse, c'est-à-dire 332,000, par ce nombre de 12,000,

vous trouverez qu'à la surface du Soleil, les corps sont 28 fois plus lourds qu'ici. Une femme du poids de 60 kilos y pèserait 1,680 kilogrammes et si elle était organisée comme sur la Terre, serait fort en peine de marcher, car elle soulèverait à chaque pied un petit soulier pesant pour le moins dix kilogrammes.

Le raisonnement que nous venons de faire pour le Soleil peut être appliqué aux autres astres. Nous savons ainsi qu'à la surface de Jupiter, l'intensité de la pesanteur est deux fois un tiers plus forte qu'ici, tandis que sur Mars, elle n'égale que les 37 centièmes.

A la surface de Mercure, la pesanteur est plus de deux fois moindre qu'ici. Sur Neptune, elle est à peu près égale à la nôtre.

N'en déplaise aux Sélénites, c'est sur la Lune qu'on est le plus léger : un homme pesant 70 kilogrammes sur la Terre n'y pèserait plus que 12 kilogrammes.

Vous voyez qu'il y en a pour tous les goûts : la seule chose regrettable, c'est qu'on ne puisse choisir sa planète avec autant de facilité qu'on choisit sa résidence sur la Terre !

DOUZIEME ET DERNIERE LEÇON

LA VIE UNIVERSELLE ET ÉTERNELLE

En remerciant mes aimables lectrices de m'avoir suivi jusqu'ici dans cet exposé descriptif des merveilles du Cosmos, je leur demanderai quelle impression philosophique ont produit dans leur esprit ces excursions célestes vers les autres mondes. Vous ont-elles laissées indifférentes au spectacle des cieux ? En sentant vos âmes s'envoler vers ces étoiles lointaines, soleils de l'infini, vers ces innombrables systèmes stellaires disséminés à travers l'immensité sans bornes, ne vous êtes-vous pas demandé ce qui existe là, à quoi servent ces sphères brillantes, quels effets résultent de ces forces, de ces rayonnements, de ces énergies ? N'avez-vous pas songé que les éléments qui ont déterminé sur notre petite terre une activité vitale si prodigieuse et si variée

ont dû répandre dans l'immensité de l'univers les flots d'une vie incomparablement plus vaste et plus diversifiée? N'avez-vous pas senti que tout cela n'est pas mort et désert, comme le silence des nuits nous porterait à le croire dans l'illusion de nos sens terrestres et de notre isolement, et que, au contraire, le but réel de l'Astronomie, au lieu de s'arrêter à la constatation des positions et des mouvements des astres, est de nous faire pénétrer jusqu'à eux, de nous faire deviner, connaître, apprécier leur constitution physique, leur degré de vie et d'intellectualité dans l'ordre universel?

Car c'est la Vie et la Pensée qui resplendissent sur la Terre, et c'est la Vie et la Pensée que nous cherchons aussi dans ces constellations d'astres semés à l'infini parmi les champs incommensurables des cieux.

L'humble petite planète que nous habitons se montre à nous comme une coupe trop étroite débordant de toutes parts. La vie est partout. Du fond des mers, des vallées jusqu'aux montagnes, du manteau de végétation qui tapisse le sol, de l'humus des champs et des bois, de l'air que nous respirons, s'élève un bruissement immense, prodigieux, perpétuel. Écoutons! c'est la grande voix de la nature, faite de toutes les voix inconnues et mystérieuses qui nous parlent sans cesse, voix des

flots de l'Océan, voix du vent dans la forêt, voix des airs et des eaux, voix des trois cent mille espèces d'insectes qui emplissent tout et qui de la surface de notre globe font un monde fantastiquement vivant. Une goutte d'eau renferme des milliers d'êtres agiles et bizarres. Un gramme de poussière des rues de Paris renferme 130,000 bactéries. Fouillons le sol dans un jardin, dans un champ, dans une prairie, nous trouvons des vers occupés à fabriquer du limon assimilable. Soulevons une pierre dans un chemin creux, nous mettons au jour toute une population grouillante. Cueillons une fleur, détachons une feuille, nous rencontrons partout de petits insectes vivant en parasites. Des nuées de moucherons voltigent au soleil, les arbres des bois sont peuplés de nids, les oiseaux chantent et se poursuivent, les lézards s'enfuient à notre approche, nous écrasons des fourmilières et des monticules de taupes : la vie nous enveloppe comme un envahissement inexorable dont nous sommes nous-mêmes les héros et les victimes, se perpétuant au détriment d'elle-même, imposée par une reproduction perpétuelle, et cela dans tous les siècles, les pierres mêmes dont nous bâtissons nos habitations étant pleines de fossiles si prodigieusement multipliés qu'un gramme de ces pierres renferme parfois des millions de carapaces de coquilles, souvent admirables de

perfection géométrique. L'infiniment petit égale l'infiniment grand.

La vie nous apparaît comme une loi inéluctable, comme une force impérieuse à laquelle tout obéit, comme le résultat et le but de l'association des atomes. Voilà ce que nous montre la Terre, notre seul champ d'observation directe. Il faudrait être aveugle pour ne pas voir ce spectacle, sourd pour ne pas entendre cet enseignement. Or sous quel prétexte pourrait-on supposer que notre petit globule, qui, comme nous l'avons vu, n'a reçu de la nature aucun privilège, fasse exception, et que l'univers entier, hormis une île insignifiante, soit voué au néant, à la solitude, à la mort?

Nous avons une tendance à nous imaginer que la vie ne peut exister que dans les conditions terrestres, et que les autres mondes ne peuvent être habités qu'à la condition d'être identiques au nôtre. Mais la nature terrestre se charge elle-même de nous montrer l'erreur de cette manière de voir. Nous mourons dans l'eau : les poissons meurent hors de l'eau. Naguère encore les naturalistes à courte vue affirmaient doctoralement que la vie est impossible au fond des mers : 1° parce que l'obscurité y est complète, 2° parce que la pression formidable y ferait éclater les organismes ; 3° parce que tout mouvement y serait impossible, etc., etc. Des curieux jettent la

sonde et en ramènent des êtres ravissants, d'une structure si délicate qu'une main de jeune fille ne peut les toucher qu'avec ménagement. Il n'y a pas de lumière en ces profondeurs : ils en fabriquent par leur propre phosphorescence. D'autres chercheurs visitent des cavernes souterraines et y rencontrent des animaux et des plantes dont les organes se sont transformés par adaptation avec ces obscurs milieux.

De quel droit dire à l'énergie vitale qui rayonne autour de tous les soleils de l'univers : « Tu viendras jusqu'ici et tu n'iras pas plus loin ! » Au nom de la Science? Erreur complète. Le connu est une île minuscule au milieu de l'immense océan de l'inconnu. Les abîmes de la mer, qui semblaient une barrière, viennent, disons-nous, de se montrer peuplés d'une vie spéciale. On objecte : Mais, après tout, il y a là aussi de l'air, de l'oxygène. L'oxygène est indispensable. Un monde sans oxygène serait un monde voué à la mort, un désert éternellement stérile. Pourquoi? parce que nous n'avons pas encore observé d'êtres vivant sans air. Autre erreur. Lors même que l'on n'en connaîtrait pas, cela ne prouverait pas qu'il n'en existe point. Mais justement on en connaît. Ce sont les *anaérobies*. Ces êtres-là vivent sans air, sans oxygène libre. Ils décomposent les substances pour l'en dégager.

Il est de toute évidence qu'en interprétant

comme il convient le spectacle de la vie terrestre et les données positives acquises par l'étude, nous devons élargir le cercle de nos conceptions et de nos jugements, et ne pas borner les existences extra-terrestres à une image servile de ce qui existe ici-bas. Les formes organiques terrestres sont dues aux causes locales de notre planète. La constitution chimique de l'eau et de l'atmosphère, la température, la lumière, la densité, la pesanteur, sont autant d'éléments qui ont servi à former nos corps. Notre chair est composée de carbone, d'azote, d'hydrogène et d'oxygène combinés à l'état d'eau et de quelques autres éléments, parmi lesquels on peut encore remarquer le chlorure de sodium. La chair des animaux n'est pas chimiquement différente de la nôtre. Tout cela vient de l'eau et de l'air et y retourne. Ce sont les mêmes éléments, en quantité très petite, qui forment tous les corps vivants. Le bœuf qui broute l'herbe se fabrique la même chair que l'homme qui mange le bœuf. Toute la matière terrestre organisée n'est que du carbone combiné en proportions variables avec l'hydrogène, l'azote, l'oxygène, etc.

Mais nous n'avons aucun droit d'interdire à la nature d'agir autrement sur des mondes où le carbone serait absent. Un monde où la silice, par exemple, remplacerait le carbone, où l'acide silicique remplacerait l'acide carbonique, ne

pourrait-il être habité par des organismes absolument différents de ceux qui existent sur la Terre, différents non seulement de forme, mais encore de substance? Or, nous connaissons déjà des étoiles, des soleils, sur lesquels l'analyse spectrale accuse la prédominance de la silice, par exemple Rigel et Deneb. Un monde où le chlore dominerait ne verrait-il pas l'acide chlorhydrique et toute la féconde famille des chlorures jouer un rôle important dans les phénomènes de la vie? Le brome ne pourrait-il pas être associé à d'autres formations? Et même, pourquoi nous arrêter à la Chimie terrestre? Qui nous prouve que ces éléments soient réellement simples? L'hydrogène, le carbone, l'oxygène, l'azote, le soufre ne seraient-ils pas composés? Leurs équivalents sont des multiples du premier : 1, 6, 8, 14, 16. Et l'hydrogène lui-même est-il le plus simple des éléments? Sa molécule n'est-elle pas formée d'atomes, et n'existerait-il pas une seule espèce d'atomes primitifs, dont les groupements géométriques, les associations variées constitueraient les molécules des éléments prétendus simples?

Dans notre propre système solaire, on découvre des différences essentielles entre certaines planètes. Dans le spectre de Jupiter, par exemple, on constate l'action d'une substance inconnue qui se manifeste par une forte absorption de

certains rayons rouges. Ce gaz, qui n'existe pas sur la Terre, se montre d'une manière plus évidente encore dans les atmosphères de Saturne et d'Uranus. Sur cette dernière planète même, l'atmosphère paraît, abstraction faite de la vapeur d'eau, n'avoir aucune analogie avec la nôtre. D'ailleurs, dans le spectre solaire lui-même, une notable partie de ses raies ne sont pas encore identifiées avec les substances terrestres.

La parenté des planètes entre elles est, sans contredit, un fait indéniable, puisqu'elles sont toutes filles du même père. Mais elles diffèrent entre elles, non seulement comme situations, positions, volumes, masses, densités, températures, atmosphères, mais encore comme constitution physique et chimique. Et le point sur lequel nous appelons ici l'attention est que cette diversité ne doit pas être considérée comme un obstacle aux manifestations de la vie, mais, au contraire, comme un champ nouveau ouvert à la fécondité infinie de la mère universelle.

Lors donc que notre pensée s'envole, non seulement vers nos voisines, la Lune, Vénus, Mars, Jupiter ou Saturne, mais encore vers les myriades de mondes inconnus qui gravitent autour des soleils disséminés dans l'espace, nous n'avons aucune raison plausible pour imaginer que les habitants de ces autres terres du ciel nous ressemblent en quoi que ce soit, ni comme forme,

ni même comme substance organique. La substance du corps humain terrestre est due aux éléments de notre planète, notamment au carbone. La forme humaine terrestre dérive des formes ancestrales animales d'où elle s'est élevée graduellement par le progrès continu de la transformation des êtres. Sans doute, il nous paraît bien que, pour être homme ou femme, il faut avoir une tête, un cœur, des poumons, deux jambes et deux bras, etc. Rien n'est moins démontré. Si nous sommes constitués comme nous le sommes, c'est uniquement parce que les prosimiens avaient, eux aussi, une tête, un cœur, des poumons, des jambes et des bras, moins élégants que les vôtres, Madame, c'est incontestable, mais enfin, de même anatomie. Et de proche en proche, nous remontons aujourd'hui facilement, par la Paléontologie, jusqu'à l'origine des êtres. Autant il est certain que l'oiseau dérive du reptile par un progrès de l'évolution organique, autant il est certain que l'humanité terrestre représente la cime supérieure de l'arbre généalogique immense dont tous les rameaux sont frères et dont les racines plongent dans les rudiments mêmes des organismes primitifs les plus élémentaires.

Toutes les formes imaginables et inimaginables doivent peupler la multitude des mondes. L'homme terrestre est doué de cinq sens, ou

pour mieux dire de six... Pourquoi la nature se serait-elle arrêtée là ? Pourquoi, par exemple, n'aurait-elle pas doué certains êtres d'un sens électrique ? d'un sens magnétique ? d'un sens d'orientation ? d'un organe percevant les vibrations éthérées de l'infra-rouge ou de l'ultra-violet ? permettant d'entendre à distance, de voir à travers les murs ? Nous mangeons et digérons comme de grossiers animaux ; nous sommes les esclaves du tube digestif : n'existe-t-il pas des mondes où l'atmosphère nutritive dispense ses heureux habitants d'une corvée aussi ridicule ? Le moindre passereau, la sombre chauve-souris elle-même, ont sur nous l'avantage de voler dans les airs. N'est-ce pas un séjour bien inférieur que le nôtre, où l'homme du plus grand génie, la femme la plus exquise, se voient cloués au sol comme de vulgaires chenilles avant la métamorphose ? Eh ! serait-il si désagréable d'habiter un monde où nous jouirions du privilège de nous envoler où bon nous semble ? un monde de parfums et de volupté où les fleurs seraient animées ? un monde sur lequel les vents seraient incapables de fomenter une tempête ? où plusieurs soleils de couleurs différentes — le diamant associé au rubis ou le grenat à l'émeraude et au saphir — rayonneraient nuit et jour, — nuits bleues, jours écarlates, — dans la gloire d'un éternel printemps, lunes multicolores dormant sur le miroir

des eaux, montagnes phosphorescentes, habitants aériens, hommes, femmes, ou peut-être autres sexes, parfaits dans leurs formes, doués d'une sensibilité multiple, lumineux à volonté, incombustibles comme l'amiante, immortels peut-être, à moins d'un suicide de curiosité? Atomes lilliputiens que nous sommes, soyons donc une fois pour toutes bien convaincus que toute notre imagination n'est que stérilité, au milieu de l'infini à peine entrevu par le télescope.

Il est un point important que semblent ignorer de parti pris un certain nombre de dénégateurs aveugles de la doctrine de la pluralité des mondes. C'est que cette doctrine ne s'applique pas plus à l'époque actuelle qu'à toute autre. *Notre* temps n'a aucune importance, aucune valeur absolue. L'éternité est le champ de l'éternel Semeur. Il n'y a aucune raison pour que les autres mondes soient habités *actuellement* plutôt qu'à une autre époque.

Qu'est-ce que le moment présent, d'ailleurs? C'est une trappe ouverte par laquelle l'avenir tombe incessamment dans l'abîme du passé.

L'espace infini des cieux porte dans son sein des berceaux et des tombes, des mondes à venir et des mondes défunts. Il est plein de soleils éteints et de cimetières. Jupiter n'est probablement pas encore habité maintenant. Qu'est-ce que cela prouve? La Terre n'était pas habitée pendant sa période primordiale : qu'est-ce que

cela prouvait aux habitants de Mars ou de la Lune qui, peut-être, l'observaient à cette époque, il y a quelques millions d'années?

Prétendre que notre globe soit le seul monde habité parce que les autres ne nous ressemblent pas, c'est raisonner, non pas comme un philosophe, mais, nous l'avons déjà remarqué, comme un poisson. Tout poisson raisonneur doit s'imaginer qu'il est impossible de vivre hors de l'eau, sa vue et ses connaissances ne s'étendant pas au delà de sa vie quotidienne. Il n'y a donc pas à répondre à ce genre de raisonnement, sinon à conseiller de voir un peu plus loin et d'agrandir l'horizon trop étroit des idées habituelles.

Les ressources de la Nature peuvent être consi dérées par nous comme infinies, et la Science « positive », fondée sur nos seuls sens, est tout à fait insuffisante, quoiqu'elle soit la seule base possible de nos raisonnements. C'est par les yeux de l'esprit que nous devons voir.

En ce qui concerne les systèmes planétaires différents du nôtre, nous n'en sommes plus réduits à des suppositions. Il se trouve que nous savons déjà avec certitude que notre soleil ne fait pas exception, comme quelques théoriciens proposaient de l'admettre naguère encore. La découverte est même assez curieuse.

C'est assurément une situation exceptionnelle pour un système sidéral composé d'un soleil cen-

tral et d un ou plusieurs astres gravitant autour de lui, d'avoir le plan de ce système juste dans notre rayon visuel, de tourner de telle sorte que les globes qui le composent passent précisément entre ce soleil et nous en tournant autour de lui, et l'éclipsent plus ou moins pendant ce passage. Comme, d'autre part, ces éclipses seraient le seul moyen pour nous de constater l'existence de ces planètes inconnues (à l'exception des perturbations, comme il est arrivé pour Sirius et Procyon), il semble qu'il eût été absolument téméraire d'oser espérer une pareille circonstance pour découvrir des systèmes solaires différents du nôtre. Cependant, ce cas exceptionnel se présente en divers points du ciel. Ainsi, par exemple, nos lectrices savent déjà que l'étoile variable Algol doit sa variation d'éclat, qui la fait tomber de la deuxième à la quatrième grandeur toutes les soixante-neuf heures, à l'interposition d'un corps entre elle et la Terre, et la mécanique céleste a déjà pu déterminer avec précision l'orbite de ce corps, ses dimensions et sa masse, et même l'aplatissement du soleil Algol. Ainsi, voilà un système dont nous connaissons le soleil et une planète énorme, encore chaude et lumineuse, dont la révolution s'effectue, avec une très grande vitesse, mesurée au spectroscope.

L'étoile δ de Céphée est dans le même cas : c'est une étoile à éclipse, en une période de cent

vingt-neuf heures, dont la planète éclipsante tourne aussi dans le plan de notre rayon visuel. L'étoile U d'Ophiuchus offre un système analogue, et l'observation en a déjà révélé un grand nombre d'autres.

Si donc le hasard a fait qu'un certain nombre de systèmes solaires différents du nôtre se soient ainsi révélés à l'observation terrestre en se présentant par la tranche, c'est là un indice évident de l'existence d'une quantité innombrable de systèmes solaires disséminés dans toutes les profondeurs de l'espace, et nous n'en sommes plus réduits maintenant à des conjectures.

D'autre part, l'analyse des mouvements de plusieurs étoiles, telles que Sirius, Procyon, Altaïr, prouve que ces lointains soleils ont des compagnons, des planètes que le télescope n'a pas encore découvertes, et qu'il ne découvrira peut-être jamais, parce qu'elles sont obscures et perdues dans le rayonnement de l'étoile.

Certains savants ont prétendu que la Vie ne peut germer si les conditions du milieu ambiant diffèrent trop des conditions terrestres.

L'hypothèse est toute gratuite et nous sommes en droit de la discuter.

En examinant ce qui se passe sur la Terre, remontons un instant l'échelle des temps afin de suivre l'évolution de la Nature.

Il fut une époque où la Terre n'existait pas. Notre planète, futur monde habité, dormait au sein de la nébuleuse solaire.

Elle naquit enfin, cette Terre aimée, bulle gazeuse, lumineuse, léger reflet de l'astre roi, son père. Des millions d'années s'écoulèrent avant que par sa condensation et son refroidissement ce nouveau globe se transformât suffisamment pour permettre à la vie de se manifester dans ses formes les plus rudimentaires.

Aux premières formes organiques du protoplasma, aux premières agrégations de cellules, aux protozoaires, aux zoophytes ou animaux plantes, aux mollusques gélatineux des mers encore tièdes, nous voyons succéder les poissons, puis les reptiles, les oiseaux, les mammifères, et enfin l'homme qui occupe actuellement le sommet de l'arbre généalogique et couronne le règne animal.

L'humanité est relativement jeune sur la Terre. On peut lui attribuer quelques milliers de siècles d'existence..... et environ cinq ans de raison!

Les organismes terrestres, depuis les plus inférieurs jusqu'à l'homme, sont le résultat des forces en action à la surface de notre planète. Les premiers semblent avoir été produits par des

combinaisons du carbone avec l'hydrogène et l'oxygène ; ils n'avaient pour ainsi dire rien d'animé, sinon quelque sensibilité très rudimentaire ; les éponges, le corail, les polypiers, les méduses, nous donnent une idée de ces êtres primitifs. Ils se sont formés dans les eaux tièdes de l'époque primaire. Tant qu'il n'y a pas eu de continents, d'îles émergées au-dessus du niveau de l'océan universel, il n'y a pas eu non plus d'êtres respirant dans l'air. Aux premiers êtres aquatiques ont succédé les amphibies, les reptiles. Plus tard se sont développés les mammifères et les oiseaux.

Que ne devons-nous pas aussi au monde des plantes de l'époque primaire, de l'époque secondaire, de l'époque tertiaire qui ont lentement préparé cette bonne terre nourricière d'aujourd'hui, où fleurit la rose et où mûrissent la fraise et la pêche?

Avant de donner naissance à Hélène ou à Cléopâtre, la vie s'est manifestée dans ses formes les plus grossières et dans les conditions les plus variées. Une comète à longue période passant de temps à autre en vue de la Terre aurait vu la vie se modifier à chacun de ses passages suivant une évolution lente correspondant à la variation des conditions de l'existence et en progressant sans cesse, car si la vie est le but de la nature, le progrès est la loi suprême.

L'histoire de notre planète, c'est l'histoire de la vie, avec toutes ses métamorphoses. Il en est de même pour tous les mondes, à moins d'exceptions, d'astres frappés d'un arrêt de développement.

La constitution des êtres est en rapport absolu avec les substances dont ils sont constitués, le milieu où ils vivent, la température, la lumière, la densité, la pesanteur, la durée du jour et de la nuit, les saisons, etc., etc., en un mot avec tous les éléments cosmographiques d'un monde.

Si, par exemple, nous comparons entre eux deux mondes tels que la Terre et Neptune, très différents au point de vue de la distance au Soleil, nous ne pouvons pas imaginer un seul instant que les formes organiques aient pu y suivre une marche parallèle. La température moyenne doit être beaucoup plus basse sur Neptune que sur la Terre, et il en est de même de l'intensité de la lumière. Les années et les saisons y sont cent soixante-cinq fois plus longues que chez nous, la densité des matériaux y est trois fois plus faible, et la pesanteur y est au contraire un peu plus forte. En des conditions si différentes des nôtres, les activités de la nature n'ont pu s'y traduire que sous d'autres formes. Les corps élémentaires ne s'y rencontrent sans doute pas non plus dans les mêmes proportions. Par conséquent, nous devons en conclure que

les organes et les sens n'y sont pas les mêmes qu'ici. Le nerf optique, par exemple, qui s'est formé et développé. depuis l'organe rudimentaire du trilobite jusqu'aux merveilles de l'œil humain, doit être, sur Neptune, incomparablement plus sensible que dans notre éblouissante luminosité solaire, et percevoir là des radiations que nous ne percevons pas ici. Sans doute même y est-il remplacé par un autre organe. Les poumons, y fonctionnant dans une autre atmosphère, y sont différents des nôtres. Il en est de même de l'estomac et des organes digestifs. Les formes corporelles, animales et humaines, ne doivent pas y ressembler à ce qui existe sur la Terre.

Certains savants, disons-nous, objectent que si les conditions diffèrent trop des conditions terrestres, la vie ne peut pas se produire du tout. Mais nous n'avons aucun droit d'enfermer les puissances de la nature dans les bornes étroites de notre sphère d'observation et de prétendre que notre planète et notre humanité soient le type de tous les mondes. C'est là une hypothèse aussi enfantine que ridicule.

Ne soyons pas personnels comme ces enfants ou ces vieillards qui ne connaissent que leur chambre. Sachons vivre dans l'infini et dans l'éternité.

Comprise avec ces larges vues, la doctrine de la pluralité des mondes est le complément et le

couronnement naturel de l'astronomie. Ce qui nous intéresse le plus dans l'étude de l'univers n'est-ce pas de savoir ce qui s'y passe?

*
* *

Ces considérations nous montrent que, dans tous les âges, ce qui constitue vraiment une planète, ce n'est pas son squelette, c'est la vie qui vibre à sa surface.

D'autre part, si nous analysons les choses, nous constatons que d'après le spectacle de la nature, la vie est tout, la matière rien.

Que sont devenus nos aïeux, les milliards d'êtres humains qui nous ont précédés sur ce globe? Où sont leurs corps? Que ce soit Phryné ou Archimède, qu'en reste-t-il? Cherchez partout. Il n'en reste rien, que des molécules d'air, d'eau, de poussière, que des atomes d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, de carbone, etc., s'incorporant tour à tour dans les organismes de tous les êtres.

La Terre entière n'est qu'un vaste cimetière, et ses plus belles cités ont leurs racines dans les catacombes. Naguère encore, dans une marche à travers Paris, je passais, pour la millième fois au moins, dans le voisinage de l'église Saint-Germain-l'Auxerrois, lorsque je fus obligé de me détourner du chemin direct par des travaux

d'excavation. Je regardai et je vis qu'à quelques décimètres au-dessous du pavé on venait de découvrir des tombes de pierre contenant encore leurs squelettes étendus là depuis une dizaine de siècles. De temps immémorial les passants les foulaient aux pieds sans s'en douter. Et je pensais que quel que soit le quartier de Paris que l'on parcourt, on est à peu près dans le même cas. N'a-t-on pas trouvé hier encore, dans un jardin voisin de l'Observatoire, des tombeaux romains et une monnaie à l'effigie de Néron ?

Au point de vue de l'ensemble de la vie, toute la Terre en est là, et plus complètement encore, car tout ce qui existe, tout ce qui vit, est formé d'éléments ayant déjà été incorporés à d'autres êtres aujourd'hui morts. La rose qui orne votre corsage, Mademoiselle, est composée de molécules qui... non, j'aime mieux ne pas vous le dire...

Et vous-même, si ravissante, si charmante, de quels éléments votre beau corps est-il formé ? Où n'ont pas passé déjà ces éléments que vous puisez aujourd'hui dans la respiration et dans l'alimentation, et quels lugubres voyages n'ont-ils pas déjà accomplis? Glissons. N'appuyons pas. N'y pensez jamais.

Mais si, pensons-y, puisque cette réalité est la démonstration la plus évidente de l'idéal, puisque ce qui existe, c'est vous, c'est nous tous,

c'est *la vie*, et que la matière n'en est que la substance, comme les matériaux d'une maison, moins encore même, puisqu'ils ne font que passer, et très rapidement, à travers la trame de nos corps. Un tas de pierres ne constitue pas une maison. Des quintillions de kilogrammes de matériaux ne représentent ni la Terre, ni aucun monde.

Oui, ce qui existe réellement, ce qui constitue un astre complet, c'est la cité de la vie. Reconnaissons que la fleur de la vie rayonne à la surface de notre planète, qu'elle embellit et qu'elle parfume ; que c'est précisément cette vie que nous voyons, que nous admirons, dont nous faisons partie, et qui est la raison d'être de l'existence des choses ; que la matière flotte, passe, repasse, par la trame des êtres vivants, et que la réalité, le but, ce n'est pas la matière : c'est la vie à laquelle elle est employée.

Oui, la matière passe, et les êtres aussi, après avoir participé au concert, à la symphonie de la vie.

Et tout passe vraiment bien rapidement !

Quel insurmontable chagrin, quelle mélancolie profonde, quels regrets ineffaçables n'éprouvons-nous pas lorsqu'arrivés à un âge quelque peu avancé, nous regardons en arrière, lorsque nous cherchons nos amis tombés sur le chemin les uns après les autres, lorsque surtout nous

visitons les lieux chéris de notre enfance, ces demeures d'autrefois, témoins de nos débuts dans l'existence terrestre, de nos premiers travaux, de nos premiers jeux, de nos premières affections... de ces affections d'enfants qui semblaient éternelles... lorsque nous parcourons ces campagnes, ces vallées, ces collines, lorsque nous revoyons ces paysages dont l'aspect est à peine changé et dont l'image est si intimement associée à nos premières impressions! Là, près de cette cheminée, un grand-père nous faisait sauter sur ses genoux en nous racontant des histoires terribles; ici, une douce grand'mère venait voir si nous étions bien couchés et si nous ne pouvions pas tomber du grand lit; dans ce petit bois, dans ces allées qui nous paraissaient si longues, nous avons pris des oiseaux sur des raquettes tendues; dans cette rivière, nous péchions des écrevisses; là, sur ces chemins, nous jouions aux soldats avec des aînés qui étaient toujours chefs; sur ces pentes, nous trouvions de jolies pierres, des fossiles, des pétrifications mystérieuses; sur cette colline, nous admirions de beaux couchers de soleil, l'arrivée des étoiles, la forme des constellations. Là, nous avons commencé à vivre, à penser, à aimer, à nous attacher, à rêver, à questionner sur tous les problèmes, à respirer intellectuellement et physiquement. Et maintenant, où est-il ce grand-père adoré? où est-elle cette délicieuse grand'-

mère? où sont-ils tous ceux que nous avons connus étant petits? où sont tous nos rêves d'enfants? Des ailes de songes semblent encore flotter dans l'air, et c'est tout. Disparus les êtres, évanouies les caresses, éteintes les voix. Le cimetière a tout absorbé. C'est le néant; c'est le silence. Toutes ces belles heures ensoleillées n'étaient-elles qu'illusion, et n'était-ce que pour gémir un jour sur cet anéantissement que nos cœurs enfantins se sont si chèrement attachés à des ombres? N'y a-t-il là, tout le long de l'histoire humaine, qu'une éternelle duperie?

C'est ici, ici surtout, que nous nous sentons en face du plus formidable des problèmes. La Vie est le but, la Vie productrice des conditions de la pensée. Sans la pensée, qu'est-ce que l'univers?

Nous sentons que, sans la vie et sans la pensée, l'univers serait un théâtre vide, et l'Astronomie elle-même, cette science sublime, une vaine recherche; nous sentons que là est la vérité, encore voilée pour notre science actuelle, et que ce sont les humanités, nos sœurs, qui planent là-haut dans les profondeurs de l'espace. Oui, nous sentons que la vérité est là.

Mais nous voudrions aller un peu plus loin encore dans la connaissance de l'univers et pénétrer en quelque sorte le secret des destinées, nous voudrions savoir si ces humanités lointaines

et inconnues ne nous sont pas rattachées par quelques liens mystérieux, si notre vie, qui sûrement s'éteint à une certaine heure ici-bas, ne se prolonge pas dans les régions de l'éternité.

Tout à l'heure, nous remarquions que rien ne subsiste des corps. Des milliards d'organismes qui ont vécu, il ne reste rien. Air, eau, fumée, poussière. *Memento, homo, quia pulvis es, et in pulverem reverteris.* Souviens-toi, ô homme! que tu n'es que poussière et que tu retourneras en poussière, dit le prêtre au fidèle en lui imposant les cendres le lendemain des fêtes du carnaval.

Les corps ont entièrement disparu. Ils sont où était le corps de César une heure après l'extinction de son bûcher. Et il n'en restera pas davantage de nous tous. Et l'humanité entière, et la Terre elle-même, auront un jour aussi accompli leurs destinées. Que l'on ne nous parle donc pas du progrès de l'humanité comme un but. Ce serait là un leurre par trop grossier.

Si les âmes disparaissent aussi en fumée, que reste-t-il de l'organisation vitale et intellectuelle du monde? Rien.

Dans cette hypothèse, ce serait à RIEN que TOUT se réduirait.

Notre raison n'est pas immense, nos facultés terrestres sont assez bornées; mais cette raison et ces facultés suffisent, cependant, pour nous faire sentir l'improbabilité, l'absurdité même de

cette hypothèse, et nous la faire rejeter comme incompatible avec la sublime grandeur du spectacle de l'univers.

Sans doute, la création ne paraît pas s'occuper de nous. Son cours inexorable marche sans consulter nos sensations. Nous regrettons avec le poète l'implacable sérénité de la nature, opposant l'ironie de sa splendeur souriante à nos deuils, à nos révoltes et à nos désespoirs :

Que peu de temps suffit pour changer toutes choses !
Nature au front serein, comme vous oubliez !
Et comme vous brisez dans vos métamorphoses
Les fils mystérieux où nos cœurs sont liés !

D'autres vont maintenant passer où nous passâmes ;
Nous y sommes venus, d'autres vont y venir,
Et le songe qu'avaient ébauché nos deux âmes,
Ils le continueront sans pouvoir le finir.

Car personne ici-bas ne termine et n'achève ;
Les pires des humains sont comme les meilleurs ;
Nous nous éveillons tous au même endroit du rêve :
Tout commence en ce monde et tout finit ailleurs.

Répondez, vallon pur, répondez, solitude !
O Nature, abritée en ce désert si beau,
Quand nous serons couchés tous deux, dans l'attitude
Que donne aux morts pensifs la forme du tombeau,

Est-ce que vous serez à ce point insensible,
De nous savoir perdus, morts avec nos amours,
Et de continuer votre fête paisible
Et de toujours sourire et de chanter toujours ? (*)

(*) VICTOR HUGO. *Tristesse d'Olympio*.

Oui, les mortels peuvent se dire que lorsqu'ils seront couchés dans le tombeau, les printemps et les étés continueront de sourire et de chanter; les époux peuvent se demander s'ils se retrouveront un jour, en de nouveaux rayonnements; mais ne sentons-nous pas, justement, au sein de l'immense mystère dont nous sommes enveloppés, que nos destinées ne s'arrêtent pas ici, et qu'à moins du néant absolu et définitif de tout, il faut qu'elles se continuent ailleurs, dans ce ciel étoilé où s'envolent instinctivement tous les rêves depuis l'origine de l'humanité?

De même que notre planète n'est qu'une province du ciel infini, ainsi notre existence actuelle n'est qu'une étape dans la vie éternelle. C'est l'Astronomie qui, en nous donnant des ailes, nous conduit au sanctuaire de la vérité. Le spectre de la mort s'est enfui de notre ciel. Chaque étoile, foyer de vivant système, verse avec sa lumière un rayon d'espérance dans nos cœurs. La Nature chante sur toutes les sphères l'hymne de la vie éternelle.

UNIVERSITAS O.M.I.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Aux Lectrices de ce livre	1
Première Leçon. — **La Contemplation du Ciel**	19
Deuxième Leçon. — **Les Constellations**	39
Troisième Leçon. — **Les Étoiles, Soleils de l'infini.** Voyage dans l'immensité	73
Quatrième Leçon. — **Notre étoile le Soleil**	109
Cinquième Leçon. — **Les Planètes.** — *A.* Mercure, Vénus, la Terre et Mars	137
Sixième Leçon. — **Les Planètes.** — *B.* Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune	171
Septième Leçon. — **Les Comètes.** — Les Étoiles filantes, les Bolides, les Uranolithes	199
Huitième Leçon. — **La Terre**	235
Neuvième Leçon. — **La Lune**	263
Dixième Leçon. — **Les Éclipses**	293
Onzième leçon. — **Les Méthodes** — Comment on détermine les distances célestes et comment on pèse les mondes	325
Douzième Leçon. — **La Vie universelle et éternelle**	355

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

Nos lectrices s'intéressant à l'Astronomie apprendront avec plaisir l'existence de cette Société et voudront en faire partie.

Cette utile Association, créée en 1887, dans le but d'établir un centre pour tous ceux qui aiment et comprennent la plus belle des sciences, et reconnue d'utilité publique en 1897, a pris un développement rapide et compte plus de trois mille membres. On remarque dans son Conseil les plus hautes personnalités de l'Institut, du Bureau des Longitudes et des Observatoires français. Son siège est à Paris, Hôtel des Sociétés savantes, rue Serpente, 28. Ses réunions ont lieu à la Sorbonne, aux dates fixées chaque année par le Conseil. Elle publie un important *Bulletin mensuel*, répandu dans le monde entier, qui tient au courant de tous les progrès de la science, et qui forme à la fin de l'année un magnifique volume de plus de 600 pages, illustré de nombreuses figures et de planches hors texte. Son Observatoire et sa bibliothèque sont ouverts à ses membres.

Pour en faire partie, il suffit d'aimer la science (*). La cotisation est minime (20 francs par an). Il s'y ajoute, la première année seulement, un droit d'entrée de 5 francs, en retour duquel on reçoit un élégant diplôme. Tous les Sociétaires reçoivent le *Bulletin* et les publications de la Société.

Les Présidents ont été successivement :

	MM.		MM.
1887 et 1888	C. Flammarion.	1903 et 1904	G. Lippmann.
1889 et 1890	H. Faye.	1905 et 1906	E. Caspari.
1891 et 1892	Bouquet de la Grye.	1907 et 1908	H. Deslandres.
1893 et 1894	F. Tisserand.	1909 et 1910	B. Baillaud.
1895 et 1896	J. Janssen.	1911 et 1912	P. Puiseux.
1897 et 1898	A. Cornu.	1913-1918	Comte de la Baume-Pluvinel.
1899 et 1900	O. Callandreau.	1919 et 1920	Paul Appell.
1901 et 1902	H. Poincaré.	1921	Prince Bonaparte.

(*) S'adresser au Secrétaire général, rue Serpente, 28, qui enverra deux numéros spéciaux du *Bulletin* aux personnes qui le désireront.

INSTRUMENTS D'OBSERVATION

On peut conseiller, pour commencer l'étude pratique de l'Astronomie, une excellente petite lunette, qui peut également être employée comme longue-vue terrestre. Ne pas s'en servir en la tenant à la main, mais en l'installant sur une table (*).

Le plus difficile est de bien *mettre au point*. Servez-vous pour cela d'abord de l'oculaire terrestre (c'est le plus long). Dirigez la lunette vers la maison, l'église, l'horloge, l'arbre que vous pouvez regarder, et faites glisser l'oculaire jusqu'à ce que l'image soit parfaitement nette. Tracez un trait au crayon autour du tube pour conserver cette longueur. Lorsque vous aurez pris quelque habitude des observations à cet oculaire, continuez par celle de la Lune. Remplacez ensuite l'oculaire terrestre par l'oculaire céleste.

Celui-ci renverse les images, ce qui n'a aucune importance

Voici cette lunette :

Diamètre total de l'objectif . . . . . 43 millimètres.
Longueur avec l'oculaire terrestre . . . 70 centimètres.
Un oculaire terrestre, grossissant . . . 25 fois.
Un oculaire céleste, grossissant . . . . 50 fois.

Monture en cuivre et trépied en bois durci. Verre noir pour le Soleil.

Principaux usages. — Observation de la Lune : Cirques, mers, montagnes.— Jupiter et ses satellites. — Grosses taches solaires. — Anneau de Saturne (se devine). — Phases de Vénus. — Pléiades, Crèche, amas d'Hercule et de Persée. — Nébuleuses d'Orion et d'Andromède. — Étoiles jusqu'à la 7e grandeur et demie. — Voie lactée. — On pourra essayer de dédoubler les étoiles jusqu'à 10" d'écartement. Les plus faciles et en même temps les plus belles sont par ordre de distances décroissantes : ε Lyre, θ Orion, o^2 Cygne, τ Lion, γ Lièvre, ν Dragon, δ Orion, θ^2 Orion, ζ Lyre, δ Céphée, ν Scorpion, δ Petit Cheval, β *Cygne,* θ^1 Orion, θ Serpent, α *Chiens de chasse, Mizar,* β Scorpion, χ Bouvier. — γ *Dauphin,* γ *Andromède* et γ *Bélier* sont à la limite.

(*) Je suis arrivé à obtenir cette lunette pour le prix de 43 francs, en s'adressant directement au constructeur, M. Arthur Lévy, rue de Turenne, 48, à Paris. Ajouter 1 fr. 50 pour l'emballage et le port.

Pour les instruments plus forts, voir mon Annuaire astronomique.

ŒUVRES DE CAMILLE FLAMMARION

OUVRAGES PHILOSOPHIQUES

La Pluralité des Mondes habités. 1 vol. in 12. 45e mille. — 12 fr.

Les Mondes imaginaires et les Mondes réels. 26e mille. — 5 fr.

Récits de l'Infini. Lumen. Histoire d'une Comète. 17e mille. — 5 fr.

Lumen. 1 vol. in-8° illustré. — 5 fr.

Lumen. 1 v. in-18. 70e mille, rel. 1 f. 50.

Dieu dans la nature. 2 vol. in-18. 34e mille. — 5 fr. le vol.

La Fin du Monde. 1 vol. in-18, illustré. 20e mille. — 7 fr. 50

Les derniers jours d'un Philosophe, de Sir Humphry Davy. — 5 fr.

Uranie, roman sidéral. 1 vol. in-12, illustré. 38e mille. — 6 fr.

Stella, roman sidéral. 1 vol. in-12. 14e mille. — 8 fr.

Rêves étoilés. 1 vol. in-12. 142e mille. — 7 fr.

L'Inconnu et les Problèmes psychiques. 2 vol. 26e mille. — 6 f. 75 chaq.

Les Forces naturelles inconnues. 2 vol. avec phot. spirites. 16e mille. — 7 fr. chaque.

La Mort et son Mystère. I. **Avant la Mort.** Un fort vol. in-18. 40e mille. — 7 fr. 50.

La Mort et son Mystère. II. **Autour de la Mort.** Un fort vol. in-18. 25e mille. — 8 fr. 50.

ASTRONOMIE PRATIQUE

La Planète Mars et ses conditions d'habitabilité. Encyclopédie générale des observations martiennes. Tome I (1892), de l'origine, 1636 à 1890. Tome II (1909), de 1891 à 1900 (1000 dessins et 40 cartes). — Chaque vol., 18 fr.

La Planète Vénus. Discussion générale des observations (94 dessins). — (Epuisé).

Les Etoiles doubles. Catalog. des étoiles multiples en mouvement — (Epuisé).

Histoire du Ciel. — (Epuisé).

Etudes sur l'Astronomie. 9 vol. in-18. — 3 fr. 75 chaque.

L'Invention des lunettes d'approche et Galilée. 1 br. in- 8°. — 1 fr.

Grand Atlas céleste, contenant plus de cent mille étoiles. In-folio. (Epuisé).

Grande Carte céleste, contenant toutes les étoiles visibles à l'œil nu. — 9 fr.

Planisphère mobile, donnant la position des étoiles chaque jour. — 12 fr.

Globes de la Lune et de la planète Mars. — 11 fr. 25.

Carte générale de la Lune. — 12 fr.

ENSEIGNEMENT DE L'ASTRONOMIE

Qu'est-ce que le Ciel? Astronomie élémentaire. 1 vol. in-18. 20e mille. — 1 fr.

Initiation astronomique. 1 volume. in-12.

Astronomie des Dames. *Précis d'Astronomie descriptive.* 1 vol. ill. 8 fr. 50.

Astronomie populaire, exposition des grandes découvertes de l'Astronomie. 1 vol. gr. in-8°, ill. 125e mille. — 25 fr.

Les Etoiles et les Curiosités du Ciel. Supplément de *l'Astronomie populaire.* 60e mille. — 20 fr.

Les Terres du Ciel. Description des planètes. (Epuisé.)

Les Merveilles Célestes. 1 vol. in-8°, ill. 60e mille. — 3 fr.

Copernic et le système du monde. 1 vol. in-18. — 1 fr.

Annuaires astronomiques. — 8 fr.

SCIENCES GÉNÉRALES

Le Monde avant l'apparition de l'Homme. 1 vol. gr. in-8°, ill. 56e mille. — 20 fr.

L'Atmosphère. Météorologie populaire. Gr. in-8°. 34e mille. — 10 fr.

Mes Voyages aériens. 1 vol. in-12. — 5 fr.

Contemplations scientifiques. La nature, l'homme, les animaux. 1 vol. in-12. — 5 fr.

L'Eruption du Krakatoa. 1 vol. in-18. — 1 fr.

Les Tremblements de terre et les Eruptions volcaniques. 1 vol. in-12. — (Epuisé).

Curiosités de la Science, le Temps et le Calendrier. 1 vol. in-18. — 1 fr.

Les Phénomènes de la Foudre. 1 vol. in-8°, illustré. — 4 fr. 50.

Les Caprices de la Foudre. 1 vol. in-18. — 1 fr.

VARIÉTÉS

Mémoires biographiques et philosophiques d'un Astronome. 1 fort vol. illustré. — 5 fr.

Contes philosophiques. Elégant petit vol. relié. — 1 fr. 50.

Voyage dans le Ciel. Extrait des **Rêves étoilés,** 1 vol. in-18. 145e mille. Relié. — 1 fr. 50.

Dans le Ciel et sur la Terre. 1 vol. in-12. — 5 fr.

Clairs de Lune. 1 v. in-18. 14e mille. — 1 fr.

Excursions sur les autres mondes. 1 vol. in-18. — 1 fr.

CE

718-2-22. — Paris. — Imp. HEMMERLE, PETIT et Cie
2, 4 et 4 bis, rue de Damiette.

U D' / OF OTTAWA
COLL ROW MODULE SHELF BOX POS C
333 07 14 02 22 01 9